



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JOHANNA MÄKINEN
ASUKASPYSÄKÖINTIPAikkojen TARPEEN HANKEKOHTAINEN
ENNUSTAMINEN KERAVALLA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Heikki Liimatainen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
22. kesäkuuta 2017

TIIVISTELMÄ

JOHANNA MÄKINEN: Asukaspysäköintipaikkojen tarpeen hankekohtainen ennustaminen Keravalla
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 98 sivua
Huhtikuu 2018
Tietojohdamisen diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Liikenne, logistiikka ja informaatio
Tarkastaja: Professori Heikki Liimatainen

Avainsanat: pysäköinti, pysäköintipolitiikka, asukaspysäköinti, maankäyttö, ennustaminen

Tämä tutkimus liittyy asukaspysäköinnin kehittämiseen Keravan kaupungissa. Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella asukaspysäköintiin vaikuttavia tekijöitä ja tutkia, voidaanko näiden tekijöiden avulla ennustaa asukaspysäköinnin kysyntää hankekohtaisesti Keravalla. Keravalla on huomattu, että asukaspysäköintipaikkojen määrän nykyinen suunnittelumenetelmä ei ole toimiva, vaan asukaspysäköintipaikkoja on rakennettu osalle alueista liikaa ja osalle alueista taas liian vähän. Pysäköintipaikkojen määrän epäonnistunut mitoitus voi johtaa muun muassa asumisen kallistumiseen, kaupunkirakenteen hajautumiseen sekä henkilöautoliikenteen lisääntymiseen.

Tutkimus koostuu kirjallisuuskatsauksesta ja tapaustutkimuksesta. Kirjallisuuskatsauksessa esitellään pysäköintipolitiikkaa ja asukaspysäköinnin ominaisuuksia sekä asukaspysäköintipaikkojen tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä. Kirjallisuuskatsauksen ja Keravalta kerättyjen havaintojen pohjalta valittiin tapaustutkimukseen tekijöitä, jotka mahdollisesti vaikuttavat auton omistukseen ja asukaspysäköintipaikkojen tarpeeseen. Näiden tekijöiden vaikutusta auton omistukseen analysoitiin Keravalla tilastollisesti. Lisäksi tutkittiin, millaisella mallilla asukaspaikkojen tarvetta voidaan ennustaa.

Tutkimuksessa selvisi, että useat väestöön, asumiseen ja yhdyskuntarakenteeseen liittyvät tekijät vaikuttavat siihen, kuinka paljon autoja omistetaan. Autojen lukumäärän lisäksi asukaspysäköintipaikkojen tarpeeseen vaikuttaa myös asukaspysäköinnin tehokkuus. Asukaspysäköinnin tehokkuutta voidaan parantaa yhteiskäyttöautoilla, vuorottaispysäköinnin hyödyntämisellä sekä nimeämättömillä pysäköintipaikoilla. Tutkimuksen tuloksena on lineaariseen regressioanalyysiin perustuva ennustemalli, jonka avulla voidaan ennustaa asukaspysäköintipaikkojen tarvetta hankekohtaisesti Keravalla. Ennustemalli ennustaa asukaspysäköintipaikkojen tarvetta hankkeen väestön lukumäärän, keskimääräisen asumisväljyyden, omistusasuntojen määrän sekä hankkeen sijainnin perusteella.

ABSTRACT

JOHANNA MÄKINEN: Predicting residential parking demand in the city of Kerava

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 98 pages

April 2018

Master's Degree Programme in Information and Knowledge Management

Major: Transportation, Logistics and Information

Examiner: Professor Heikki Liimatainen

Keywords: parking, parking policy, residential parking, land use, predictive model

The focus of this research was to improve the residential parking system in the city of Kerava. The aim of this research was to investigate which factors affect the need of residential parking and to study the possibility to predict the need of residential parking in Kerava by analysing these factors. In Kerava, it has been noticed that the current residential parking standards are not optimal, since some residential areas have too few and some areas too many parking spaces. Unsuccessful parking standards can lead for example to higher living costs, increased urban sprawl and increased use of private vehicles.

This study contains two sections. The first section is a literature review which focuses on the parking policy and the characteristics of residential parking. Additionally, factors affecting the need of residential parking were discussed. The second section is the empirical part of the study. In the empirical part different factors were analysed statistically in attempt to find factors that have an influence on car ownership.

The need for residential parking was found to be dependent on car ownership and on the efficiency of the residential parking system. Several different factors were found to affect the ownership of car. These factors were accessibility, built environment characteristics, neighbourhood characteristics, demographic characteristics and socio-economic characteristics. The efficiency of residential parking can be improved by several actions, such as providing shared or unnamed parking. In addition, the use of shared cars reduce the number of parking spaces needed. A predictive model was developed, aiming to predict the actual demand for residential parking spaces for a construction project. The predictive model was based on linear regression and variables used were population size, number of privately owned apartments, average floor area per person and accessibility of the destination.

ALKUSANAT

Keravan kaupunki mahdollisti tärkeän ja erittäin mielenkiintoisen diplomityön aiheen liittyen asukaspysäköinnin kysynnän ennustamiseen. Keravan kaupungilta haluan kiittää työn ohjaajia Erkki Vähätörmää, Ossi Örneä ja Juha Pasmaa sekä kaikkia työkavereita antamastanne ajasta, avusta ja tsemppauksesta. Olen oppinut tämän työn myötä paljon enemmän kuin on mahdollista sanoiksi tiivistää. Haluan kiittää professori Heikki Liimaista aiheen löytymisestä sekä kaikista neuvoista ja laadukkaasta opetuksesta koko opiskeluni ajalta.

Iso kiitos kuuluu myös perheelleni ja ystävilleni kaikesta avusta ja tuesta. Erityisesti haluan kiittää isääni Rainoa neuvoista liittyen erilaisten matemaattisten menetelmien hyödyntämiseen ennustamisessa. Lopuksi haluan kiittää Juhaa korvaamattomasta avusta, ymmärryksestä, tuesta ja kannustuksesta uskoa omaan osaamiseeni.

Prahassa, 25.4.2018

Johanna Mäkinen

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Keravan kaupunki	3
1.3	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus	6
1.4	Tutkimuksen rakenne	7
2.	TUTKIMUSMENETELMÄ	8
2.1	Tutkimusmetodologia	8
2.2	Kirjallisuuskatsauksen aineistonhankintamenetelmä	10
3.	PYSÄKÖINTI LIIKENNEJÄRJESTELMÄSSÄ	12
3.1	Pysäköintipolitiikka osana liikennepolitiikkaa	12
3.2	Pysäköintipaikkojen ominaisuudet	16
3.3	Pysäköinti kaavoituksessa	18
4.	ASUKASPYSÄKÖINNIN JÄRJESTÄMINEN	21
4.1	Asukaspysäköinnin määritelmä	21
4.2	Asukaspysäköinnin kustannukset	22
4.3	Asukaspysäköinti Keravalla	29
5.	ASUKASPYSÄKÖINNIN TARVE	31
5.1	Auton omistukseen vaikuttavat tekijät	31
5.2	Väestölliset tekijät	33
5.3	Yhdyskuntarakenne	37
5.3.1	Saavutettavuus	38
5.3.2	Asumiseen liittyvät tekijät	40
5.4	Arvot ja asenteet	42
5.5	Liikenteen uudet palvelut ja auton omistus tulevaisuudessa	45
5.6	Asukaspysäköinnin tehokkuus	47
6.	AINEISTONHANKINTAMENETELMÄ	50
6.1	Saavutettavuusmalli	50
6.2	Autojen lukumäärä Keravalla	56
6.3	Väestöön ja asumiseen liittyvä aineisto	58
7.	DATAN KÄSITTELY JA ANALYSOINTI	60
7.1	Datan puhdistus	60
7.2	Lineaarinen regressioanalyysi	61
7.3	Datan analysointi	63
8.	ASUKASPYSÄKÖINTIPAIKKOJEN TARPEEN ENNUSTAMINEN	66
8.1	Auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä Keravalla	66
8.2	Asukaspysäköintipaikkojen ennustemalli	72
8.3	Ennustemallin testaus	77
8.4	Suositus ennustemallin käytöstä ja ennustemallin rajoitteet	81
9.	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	83
9.1	Tutkimuksen tulokset	83

9.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimusehdotukset	86
LÄHTEET	88

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Pysäköinnillä on merkittävä rooli liikennejärjestelmässä. Ajoneuvot ovat keskimäärin pysäköitynä 23 tuntia vuorokaudesta (Litman 2006, s. 1). Kaikki ajoneuvolla tehtävät matkat alkavat ja päättyvät pysäköintipaikalle, jolloin hyvin järjestetty pysäköinti mahdollistaa autoileville kansalaisille sujuvan liikkumisen ja alueiden saavutettavuuden. Pysäköinnin vaikutukset ulottuvat kuitenkin huomattavasti laajemmalle kuin pelkästään pysäköintipaikkaa tarvitseviin yksilöihin. Pysäköintipolitiikan avulla voidaan ohjata liikkumismuotojen valintaa ja kaupunkirakenteen muodostumista. Liikkumismuotoihin vaikuttamalla voidaan vähentää henkilöautoliikennettä ja edelleen henkilöautoliikenteen haitallisia vaikutuksia (Kalenoja & Häyrynen 2003; Rogers et al. 2015; Litman 2016).

Lisääntyneeseen henkilöautoliikenteeseen liittyy useita sosiaalisia, taloudellisia sekä ympäristöä koskevia ongelmia (Enoch & Ison 2005). Henkilöautojen lisääntynyt käyttö lisää haitallisia päästöjä ja edistää ilmastonmuutosta. Lisäksi henkilöautoliikenteen haittoihin kuuluvat lisääntyneet ruuhkat, melu sekä liikenneturvallisuuden heikkeneminen. Henkilöautoliikenteen edistäminen johtaa myös hajautuneeseen kaupunkirakenteeseen. Liikenne- ja viestintäministeriön (2007a) mukaan Suomen liikennepolitiikan tärkeimpiin linjauksiin kuuluu henkilöautoliikenteen kasvun ja yhdyskuntarakenteen hajautumisen pysäyttäminen.

Pysäköinnillä voidaan vaikuttaa myös aluekehitykseen ja tukea viihteisempien kaupunkiympäristöjen muodostumista sekä elinkeinoelämän edellytyksiä (Kalenoja & Häyrynen 2003; Litman 2016). Pysäköintiratkaisujen avulla voidaan myös tukea kohtuuhintaista asumista sekä erilaisten ihmisten ja alueiden tarpeita. Huonosti järjestetty ja hallittu pysäköinti voi johtaa muun muassa kaupunkirakenteen hajaantumiseen, autoistumisen lisääntymiseen ja muiden kulkutapojen heikkenemiseen sekä asumiskustannusten nousuun (Rogers et al. 2016). Pysäköintipolitiikka on voimakkaasti liikennemääriin vaikuttava työkalu (Enoch & Ison 2005; Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b) ja Cost'in (2005) mukaan tehokkain yksittäinen keino, jolla voidaan vaikuttaa kaupunkiliikenteen hallintaan. Ei ole siis ihme, että pysäköinnin kehittäminen on herättänyt paljon kiinnostusta niin Suomessa kuin ulkomaillakin.

Tieliikennelain (267/1981) mukaan pysäköinnillä tarkoitetaan ”*ajoneuvon seisottamista kuljettajineen tai ilman kuljettajaa, ei kuitenkaan lyhytaikaista ajoneuvon seisottamista siihen nousemista tai siitä poistumista tahi ajoneuvon kuormaamista tai kuorman purka-*

mista varten”. Pysäköintiin liittyvät ongelmat voidaan yleensä nähdä liittyvän joko pysäköinnin hallintaan tai pysäköinnin tarjontaan. Pysäköinnin hallinnan ongelmat liittyvät pysäköinnin tehostamiseen käyttöön ja tarjonnan ongelmat puolestaan siihen, että pysäköintipaikkoja ei ole tarjolla optimaalista määrää vaan joko liikaa tai liian vähän. (Litman 2016) Erityisesti asukaspysäköintipaikkojen optimaalisen määrän löytyminen on herättänyt kiinnostusta.

Asukaspaikkojen järjestämisestä määrätään Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132). Laissa todetaan, että rakentamisen yhteydessä asemakaavassa ja rakennusluvassa määrätty autopaikat tulee järjestää (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 156 §). Laissa ei määrätä kuinka paljon autopaikkoja tulee rakentaa, vaan autopaikkojen määrä on säädetty asemakaavassa. Asemakaavassa autopaikkojen määrä ilmoitetaan yleensä vähimmäis- tai enimmäisnormina. Vähimmäisnormilla tarkoitetaan, että autopaikkoja on rakennettava vähintään tietty määrä asuntoa kohti (*esimerkiksi 1 ap/asunto*) tai tietty määrä kerrosneliötä kohti (*esimerkiksi 1 ap/85 k-m²*). Enimmäisnormilla puolestaan määritetään sallittu enimmäismäärä autopaikoille. (Ympäristöministeriö 2000) Yleensä toimitiloille ja asuinrakennuksille on määritetty omat norminsa. Suomessa ei ole käytössä yhtenäisiä laskentaohjeita pysäköintipaikoille, vaan kaupungeilla on omat laskentaohjeet (Kaikkonen 2012). Esimerkiksi Helsingin kaupungin pysäköintinormi perustuu autoistumisen ja asumisväljyyden ennusteisiin (Helsingin kaupunki 2014).

Yksinkertaisiin laskentaohjeisiin liittyvät ongelmat on tunnistettu laajalti. Nopeasti muuttuvan kaupunkirakenteen ja liikkumistottumusten takia pysäköintipaikkojen laskentaohjeet eivät palvele pysäköinnin suunnittelua kaikilla alueilla parhaalla mahdollisella tavalla. Osalle alueista pysäköintipaikkoja on rakennettu liikaa ja osalle taas liian vähän, eli pysäköinnin tarjonta ja kysyntä eivät kohtaa. Esimerkiksi McCahillin (2016) tutkimuksen mukaan yhdysvaltalaisessa Madisonin kaupungissa asuinrakennuksissa on tarjolla yli 50 % kysyntää enemmän parkkipaikkoja, eli suuri osa rakennetuista asukaspysäköintipaikoista ovat tyhjillään. Turhat autopaikat vievät tilaa muulta rakentamiselta ja vaikeuttavat tiiviin kaupunkirakenteen suunnittelua sekä nostavat asumisen hintaa (Helsingin kaupunki 2014; McCahill 2016). Esimerkiksi Helsingin sanomien (2016) uutisen mukaan usealla helsinkiläisellä rakennusyhtiöllä on jäänyt autopaikkoja myymättä valmistuneista asuinrakennuksista. Liiallinen autopaikkojen rakentaminen voi jopa lisätä autoistumista ja autoriippuvaisuutta (Shoup 1999; Litman 2006; Karhula et al. 2013; Manville 2017; Rogers et al. 2015; Guo 2013; McCahill 2016). Toisaalta autopaikkojen riittämättömyys saattaa heikentää alueiden houkuttelevuutta ja johtaa siihen, että asukkaat pysäköivät autonsa lyhytaikaiseen asiointiin tai vierailuun tarkoitetuille paikoille (McCahill 2016). Toiveena olisi, että autopaikkojen todellista tarvetta voitaisiin ennustaa jo asemakaavavaiheessa, jotta autopaikkoja voitaisiin kaavoittaa jokaiselle hankkeelle sopiva määrä. Tällöin pysäköinnin suunnittelussa voitaisiin huomioida nykyistä paremmin erilaisten alueiden ominaisuudet ja kaupunkirakenteen muutokset sekä tukea kestävän ja viihtyisän kaupunkirakenteen muodostumista.

Auton omistusta ja pysäköintitarpeita selvittäneitä tutkimuksia on tehty useita (esimerkiksi Potoglou & Kanaroglou 2008; Acker & Witlox 2010; Rowe et al. 2013; Anowar et al. 2015; Rogers et al. 2015). Auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä on pystytty tunnistamaan laajalti. Näitä ovat muun muassa demografiset tekijät, sosioekonomiset tekijät, yhdyskuntarakenne ja alueellinen saavutettavuus sekä autoilun kustannukset (Potoglou & Kanaroglou 2008; Rowe et al. 2013; Brandt & Lindeqvist 2016). Esimerkiksi Anowar et al. (2015) ovat tarkastelleet auton omistukseen vaikuttavia demografisia tekijöitä sekä julkisen liikenteen vaikutusta auton omistukseen Montrealissa pitkittäistutkimuksella. Acker & Witlox (2010) ovat puolestaan tarkastelleet yhteiskuntarakenteeseen sekä asumiseen liittyviä tekijöitä, demografisia ja sosioekonomisia tekijöitä sekä auton käyttöasetta selvittääkseen rakennetun ympäristön, auton omistuksen ja auton käytön välistä yhteyttä hyödyntäen rakenneyhtälömalleja. Myös Potoglou & Kanaroglou (2008) ovat tutkineet auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä Kanadassa. Heidän tutkimuksessaan tarkasteltiin sosioekonomisten tekijöiden, talouksien ominaisuuksien sekä saavutettavuuden vaikutusta autojen lukumäärään. Rogers et al. (2015) tutkivat auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä lineaarisella regressioanalyysillä Washington D.C:ssä. Tutkittuja tekijöitä olivat asumiseen, yhteiskuntarakenteeseen ja saavutettavuuteen liittyvät tekijät.

Vakiintunutta käsitystä siitä, millainen rooli kullakin tekijällä on auton omistukseen ja mikä on tekijöiden yhteisvaikutus, ei ole kuitenkaan syntynyt (Kaikkonen 2012; Rowe et al. 2013). Useimmissa tutkimuksissa auton omistusta on tarkasteltu hyvin rajatulla alueella, kuten tietyssä kaupungissa. Nämä selvitykset ja mallit ovat luotu hyvin rajattuihin olosuhteisiin ja erityisesti Euroopan ulkopuolella tehtyjä selvityksiä on mahdoton skaalata Suomen oloihin sopiviksi. Myös tutkimuksissa käytetyt lähtöaineistot eroavat hyvin paljon toisistaan, mikä vaikeuttaa tulosten vertailua ja käyttöä. Voidaankin todeta, että vaikka aihetta on tutkittu paljon, niin Suomessa ei ole kehitetty mallia tai menetelmää jonka avulla voitaisiin luotettavasti ennustaa asukaspysäköintipaikkojen tarvetta tietylle alueelle.

1.2 Keravan kaupunki

Tutkimuksen kohdekaupunki on Keravan kaupunki, joka on pieni kaupunki Etelä-Suomessa Uudenmaan maakunnassa. Vuoden 2016 lopussa Keravan pinta-ala oli 30,79 km² (Maanmittauslaitos 2016) ja asukkaita oli 35 511 (Tilastokeskus 2017a). Keravan väestötiheys on noin 1150 hlö/km², joka on Suomen kolmanneksi suurin väestötiheys Helsingin ja Kauniaisten jälkeen. Keravan naapurikuntia ovat Vantaa, Sipoo ja Tuusula. Keravan sijainti Suomessa ja Uudenmaan maakunnassa on esitetty kuvassa 1.



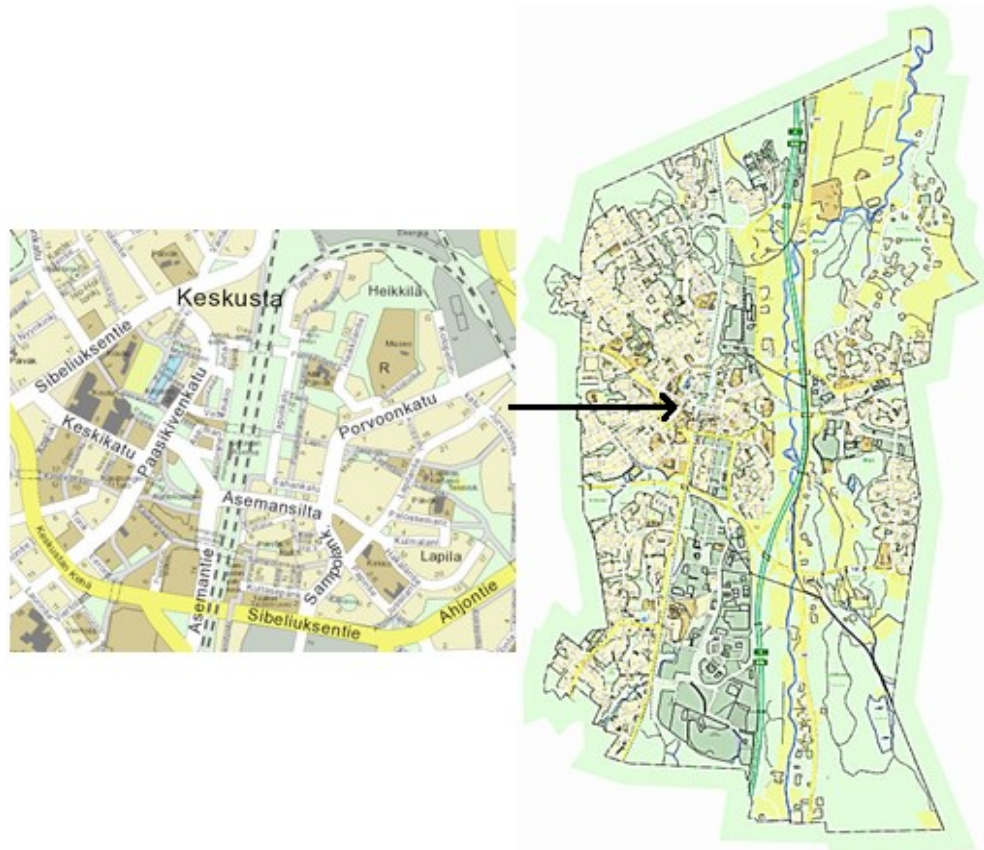
Kuva 1: Keravan sijainti Suomessa ja Uudenmaan maakunnassa (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos 2017).

Kerava kuuluu KUUMA-seutuun, eli pääkaupunkiseutua (Helsinki, Vantaa, Espoo ja Kauniainen) ympäröivän kymmenen kehyskunnan muodostamaan kokonaisuuteen. KUUMA-kuntia ovat Keravan lisäksi Järvenpää, Tuusula, Nurmijärvi, Hyvinkää, Mäntsälä, Pornainen, Sipoo ja Vihti. KUUMA-kunnat kehittävät seudun kilpailukykyä tekeillä muun muassa maankäyttö-, asumis- ja liikennepolitiikkaa yhdessä. Kunnat myös tekevät palveluyhteistyötä tarjoamalla esimerkiksi keskitettyjä sosiaali- ja terveystoimen palveluita. (KUUMA-seutu 2017)

Keravan ominaispiirteitä ovat tiivis kaupunkirakenne sekä sijainti Helsingin seutukunnassa erinomaisten liikenneyhteyksin varrella. Keravan missioksi onkin määritelty seuraava: *”Kerava on metropolialueen kärjessä kulkeva, vetovoimainen, rohkea, menestyvä ja uutta luova kaupunki, jossa palvelut ja luonto ovat jokaista lähellä”* (Keravan kaupunki 2015). Keravan pinta-alasta noin 70 % on taajama-aluetta. Suurin osa asutuksesta sijoittuu Keravan läpi kulkevan junaradan länsipuolelle, jossa sijaitsee myös Keravan keskusta. Asuntokannasta suurin osa (60 %) on kerrostaloja ja suurin osa asutuksesta on keskittynyt Kalevan kaupunginosan alueelle. (Keravan kaupunki 2016a)

Keravan erinomaiset liikenneyhteydet muodostuvat Keravan läpi kulkevasta valtatie 4:stä sekä tiheästä raideyhteydestä. Keravalla on kaksi rautatieasemaa, Keravan ja Savion rautatieasemat. Keravalta on esimerkiksi junalla nopeimmillaan alle 25 minuutin matka Helsinkiin ja alle 40 minuutin matka Lahteen (VR 2017). Keravan kaupungin (2016b) mukaan rautatieasemat ovat hyvin saavutettavissa kävellen tai pyöräillen yli 80 %:lle asukkaista. Rautatieyhteyksien lisäksi Keravalla liikennöi Helsingin seudun liikenne (HSL) –

kuntayhtymän järjestämänä linja-autoliikennettä, joka palvelee sekä seudullista että alueellista liikkumista. (HSL 2017c) Rautatieyhteyksien vaikutus keravalaisien liikkumiseen näkyy esimerkiksi siinä, että Keravalla on muita Helsingin seutukuntia vähemmän pääasiallisia autonkäyttäjiä. Keravalla pääasiallisia autonkäyttäjiä oli 67 % vuonna 2012, kun taas keskimäärin seutukunnissa pääasiallisia autonkäyttäjiä oli 77 %. (HSL 2013) Kuvassa 2 on hahmotettu Keravan kaupungin rakennetta ja keskustan sijaintia.



Kuva 2: Keravan kartta ja Keravan keskustan sijainti (Keravan kaupunki 2017a).

Keravan liikennejärjestelmän kehittämiseksi on laadittu Keravan liikennejärjestelmäsuunnitelma 2035, jossa kuvataan liikennejärjestelmän nykytilanne ja tavoitteet vuoteen 2035. Liikennejärjestelmän yleisinä tavoitteina ovat henkilöautoriippuvuuden vähentäminen ja kestävien liikkumismuotojen, kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen, käytön edistäminen. Liikennejärjestelmän suunnittelun tavoitteeksi on asetettu myös useita yksittäisiä tavoitteita, joista yksi on pysäköinnin nykytilan arvioiminen ja kehittämis ehdotusten tekeminen (Keravan kaupunki & Sito 2014), mihin tämä tutkimus liittyy. Onnistunut pysäköintipolitiikka ja pysäköinnin toteutus voivat myös vähentää henkilöautoriippuvaisuutta ja tukevat kestävien liikkumismuotojen käyttöä, minkä vuoksi tutkimus tukee myös liikennejärjestelmäsuunnitelman päätavoitetta.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Työn tarkoituksena on tutkia, voidaanko asukaspysäköintipaikkojen kysyntää ennustaa Keravalla hankekohtaisesti jo kaavoitusvaiheessa analysoimalla väestöön, asumiseen ja yhdyskuntarakenteeseen liittyviä tekijöitä. Tällä hetkellä asukaspysäköintipaikkoja rakennetaan kaupungin omien pysäköinnin laskentaohjeiden osoittama määrä, mutta yksinkertaisista laskentaohjeista haluttaisiin siirtyä hankekohtaiseen ennustamiseen. Keravalla on huomattu, että osalla alueista on asukaspysäköintipaikkojen ylitarjontaa ja taas osalla alueista puutetta asukaspysäköintipaikoista. Asukaspysäköinnin tarjonta haluttaisiin saada kohtaamaan kysyntä paremmin, jotta välttyttäisiin niin pysäköintipaikkojen ylitarjonnan kuin alitarjonnankin aiheuttamilta ongelmilta.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat asukaspysäköinnin tarpeeseen ja voidaanko näiden tekijöiden avulla ennustaa asukaspysäköintipaikkojen määrän tarvetta hankekohtaisesti. Tavoitteena on rakentaa ennustemalli, joka ennustaa rakennushankkeen tarvitsemat asukaspysäköintipaikat erilaisten väestöön ja asumiseen liittyvien tekijöiden perusteella. Tutkimuksen tuloksena syntyvää ennustemenetelmää on tarkoitus käyttää asukaspysäköintipaikkoja koskevan päätöksenteon tukena, eli sen ei odoteta antavan suoria vastauksia pysäköinnin järjestämiseen. Tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät on esitelty luvussa 2.

Aihe on rajattu alueellisesti koskemaan vain Keravan kaupungin aluetta. Työn tavoitteena on saada Keravalle räätälöity ennustemalli, joten suuremman alueen tarkastelu ei ole järkevää. Lisäksi työssä toteutetaan laaja data-analyysi, jonka toteuttaminen suuremmalle alueelle olisi työn aikataulun puitteissa liian aikaa vievää. Myös osa analyyseissa käytettävästä aineistoista on saatavilla ainoastaan Keravan alueelta. Aihe on rajattu koskemaan ainoastaan asukaspysäköintiä, eikä esimerkiksi asiointipysäköintiä käsitellä. Työ on myös rajattu koskemaan vain asukkaiden omistamia tai hallinnassa olevia henkilö- ja pakettiautoja, eli esimerkiksi polkupyörien ja muiden ajoneuvojen pysäköinti jäävät tutkimuksen ulkopuolelle. Asukaspysäköintiä käsitellään ainoastaan kerros- ja luhtitaloissa, sillä rivi- ja omakotitaloissa asukaspysäköinnin kanssa ei ole koettu yhtä paljon ongelmia. Tämä johtuu siitä, että omakoti- ja rivitalot sijaitsevat yleensä keskusta-alueen ulkopuolella, jossa rakentaminen ei ole yhtä tiivistä. Näillä alueilla on tilaa rakentaa pysäköintipaikkoja enemmän, eikä pysäköintipaikkojen rakentaminen ole yhtä kallista.

Tutkimusongelman pohjalta on luotu pää- ja alatutkimuskysymykset. Tutkimuksen pää-tutkimuskysymys on seuraava:

- Miten asukaspysäköinnin todellista tarvetta voidaan ennustaa rakennushankekohtaisesti Keravalla asukaspysäköinnin kehittämiseksi?

Alatutkimuskysymykset ovat puolestaan seuraavat:

- Miten asukaspysäköintipaikkojen määrä mitoitetaan tällä hetkellä ja mitä ongelmia siitä aiheutuu?
- Mitkä tekijät vaikuttavat asukaspysäköintipaikkojen tarpeeseen?
- Millaisella mallilla asukaspysäköintipaikan tarvetta voidaan ennustaa rakennushankekohtaisesti?
- Voidaanko mallin avulla kehittää asukaspysäköintiä verrattuna nykyiseen asukaspysäköintipaikkojen määrän mitoittamiseen?

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus koostuu kahdesta osasta. Ensimmäinen osa on olemassa olevaa teoriaa käsittelevä kirjallisuuskatsaus. Toinen osa on tapaustutkimus, jossa selvitetään Keravalla asukaspysäköintiin vaikuttavia tekijöitä ja asukaspysäköinnin tarpeen ennustamista. Tapaustutkimuksessa myös luodaan näiden tietojen pohjalta ennustemalli asukaspysäköinnin tarpeen ennustamiseen. Tutkimus muodostuu yhdeksästä luvusta.

Johdannon jälkeen luvussa 2 esitellään tutkimusmenetelmät sekä työn ensimmäisen osan eli kirjallisuuskatsauksen aineistonhankintamenetelmä. Seuraavassa luvussa eli luvussa 3 esitellään pysäköintipolitiikkaa, pysäköinnin ominaisuuksia sekä pysäköintiin liittyviä käsitteitä. Luvussa 4 puolestaan tutkitaan asukaspysäköinnin käsitteistöä, järjestämistä sekä kustannuksia. Lisäksi tutustutaan siihen, miten Keravalla asukaspysäköinti on järjestetty. Teoriaan siitä, mitkä tekijät vaikuttavat asukaspysäköinnin tarpeeseen, syvennyttään luvussa 5.

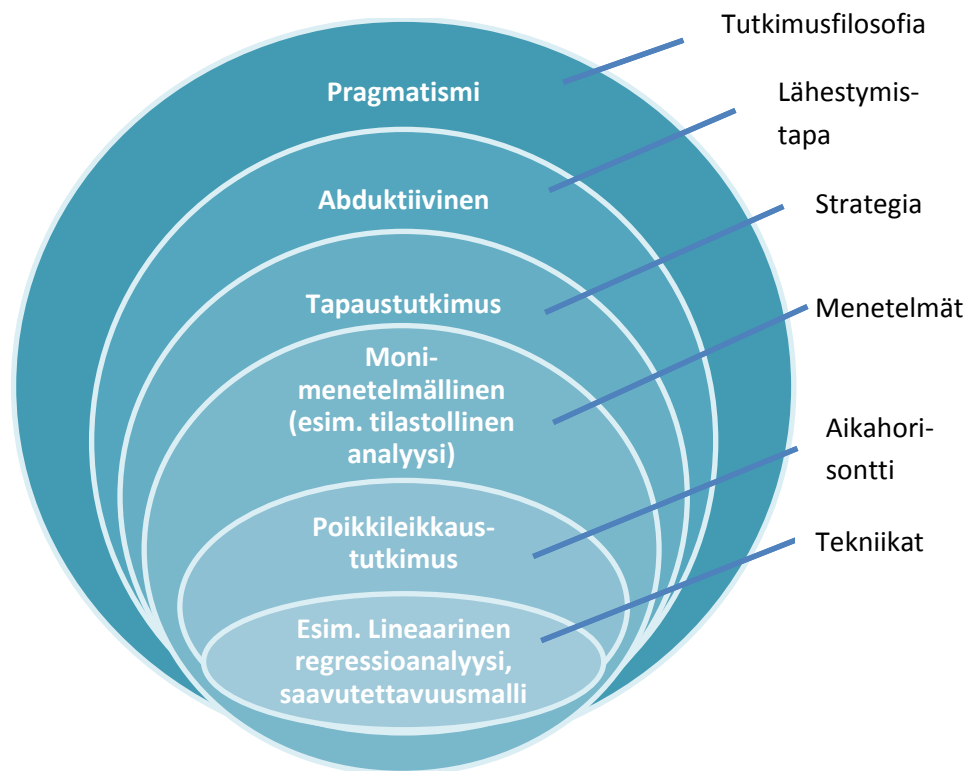
Kirjallisuuskatsauksen jälkeen tutkimuksessa siirrytään tapaustutkimukseen. Luvussa 6 esitellään tapaustutkimuksen aineistonhankintamenetelmä, eli mitä tietoa data-analyysia varten on hankittu ja miten aineistonhankinta on tapahtunut. Luvussa 7 puolestaan esitellään, miten hankittua aineistoa on käsitelty ja miten siitä on rakennettu ennustemalli. Tapaustutkimuksen tulokset esitellään luvussa 8. Tulokset ovat jaettu auton omistukseen vaikuttavien tekijöiden esittelyyn (luku 8.1) sekä ennustemallin esittelyyn (luku 8.2). Lisäksi luvussa 8.3 testataan ennustemallin toimintaa ja luvussa 8.4 annetaan käyttösuositukset mallin käyttöön.

Viimeinen luku 9 on yhteenveto ja päätelmät. Luvussa tiivistetään tutkimuksen tulos ja arvioidaan kriittisesti tutkimuksen onnistumista sekä esitetään jatkotutkimusehdotuksia.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ

2.1 Tutkimusmetodologia

Tutkimusfilosofia tutkii todellisuuden ja tiedon luonnetta, ja tieteenfilosofiset taustaoletukset ohjaavat muita tutkimukseen liittyviä valintoja (Kakkuri-Knuuttila & Heinlahti 2006, s. 11, 131). Tutkimusfilosofia voidaan käsittää niin sanotun tieteen sipulimallin (kuva 3) uloimmaksi tasoksi, joka ohjaa muiden tutkimuksen toteuttamiseen liittyvien asioiden kuten tutkimusstrategian ja tutkimusmenetelmien valintaa (Saunders et al. 2009, s. 107–108).



Kuva 3: Tutkimukseen liittyvät valinnat sipulimallilla kuvattuna (muokattu lähteestä Saunders et al. 2009 s. 138).

Tämän tutkimuksen tutkimusfilosofinen lähestymistapa on pragmaattinen. Pragmatismin mukaan tutkimuskysymys määrittää todellisuuden ja tutkija voi asettua erilaisiin näkökulmiin tutkimuksen aikana. Tutkijan ei tarvitse täten valita tutkimuksen aluksi vain yhtä näkökulmaa, jolloin tutkittavaa aihetta voidaan lähestyä avoimemmin. Pragmaattisudessa painotetaan käytännöllisyyttä, eli menetelmät tulee valita sen mukaan, mikä menetelmistä vastaa parhaiten avoimiin kysymyksiin. Pragmaattisessa tutkimuksessa on tyyppillistä käyttää kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä sekaisin. (Saunders

et al. 2009, s. 109, 119) Pragmaattinen lähestymistapa sopii hyvin tähän tutkimukseen, sillä tutkimuksessa käytetään useita erilaisia tutkimusmenetelmiä. Tutkimuksessa tietoa lähestytään välillä hyvin objektiivisesti, esimerkiksi tilastollisissa analyyseissa. Toisaalta tutkimuksessa luotavaan ennustemalliin liittyy paljon subjektiivisia toiveita esimerkiksi sen käytettävyyteen ja muihin ominaisuuksiin liittyen. Nämä asiat vaikuttavat lopulliseen ennustemalliin vahvasti.

Tutkimusfilosofian jälkeen valittavana on tieteellinen lähestymistapa. Tieteellisellä lähestymistavalla tarkoitetaan teorian asemaa tutkimuksessa. Tieteellinen lähestymistapa voidaan jakaa induktiiviseen, deduktiiviseen ja abduktiiviseen lähestymistapaan. Induktiivisessa eli aineistolähtöisessä lähestymistavassa havainnoista rakennetaan päätelmä, eli teoria ei ohjaa tutkimusta. Deduktiivisessa lähestymisessä lähtökohtana on puolestaan teoria tai malli, jonka oikeellisuutta testataan. Deduktiivista lähestymistapaa voidaankin kutsua teorialähtöiseksi. (Saunders et al. 2009, s. 125–127; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006) Näiden lähestymistapojen lisäksi on olemassa myös abduktiivinen päättely. Abduktiivisella eli teoriasidonnaisella tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa aineistoa ei analysoida suoraan teorian perusteella, mutta ei myöskään täysin erillään teoriasta, niin kuin induktiivisessa päättelyssä. Aineiston analyysille ja tulkinnoille etsitään teoriasta selitystä tai vahvistusta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006) Tässä tutkimuksessa tieteellinen lähestymistapa on abduktiivinen. Auton omistamista on pyritty selvittämään erilaisten tekijöiden avulla aiemmissa tutkimuksissa, mutta aiemmissa tutkimuksissa on tutkittu kerrallaan vain yhtä kaupunkia ja aineistoa on kerätty hyvin vaihtelevilla menetelmillä. Lähes kaikki tutkimukset ovat ulkomailta. Myös tutkimusten tuloksissa on huomattavia eroja. Aiemmista tutkimuksista huolimatta ei ole olemassa valmista teoriaa tai mallia siitä, mitkä tekijät vaikuttavat auton omistukseen ja kuinka suuri näiden tekijöiden vaikutus on. Tutkimus ei täten voi lähteä liikkeelle puhtaasti teoriasta ja pyrkiä testaamaan sitä. Toisaalta aiemmat tutkimukset vaikuttavat aineiston hankinnan taustalla, sillä niiden perusteella on osattu valita data-analyysiin tekijöitä, joilla voisi olla vaikutusta auton omistukseen. Näin ollen aineiston analyysien taustalla vaikuttavat olemassa olevat teoriat ja havainnot, mutta ne eivät ohjaa tiukasti tutkimuksen etenemistä.

Tutkimusstrategian valinnan avulla on puolestaan tarkoitus saavuttaa tutkimuksen tavoitteet ja pystyä vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimusstrategian valintaa ohjaavat tutkimuskysymyksen ja tutkimusfilosofian lisäksi myös käytettävissä oleva aika ja muut resurssit sekä aiempi tietämys aiheesta. (Saunders et al. 2009, s. 141) Tämän tutkimuksen tutkimusstrategia on tapaustutkimus eli case-tutkimus. Tapaustutkimuksessa tutkitaan tiettyä tapausta mahdollisimman tarkasti. Tapaustutkimus sopii hyvin tutkimukseen, jotka pyrkivät vastaamaan kysymyksiin ”mitä”, ”miten” ja ”miksi”, ja jossa tutkijalla ei ole suurta kontrollia tilanteeseen eikä aiheesta ole tehty runsaasti empiiristä tutkimusta. Lisäksi tapaustutkimuksessa tutkimuskohteena on oltava tapaus. Tapaus voi olla esimer-

kiksi yksilö, ryhmä tai ilmiö. (Eriksson & Koistinen 2005) Tähän tutkimukseen sopii hyvin tutkimusstrategiaksi tapaustutkimus, jossa tutkittavana ilmiönä on asukaspysäköinti Keravan kaupungissa.

Tutkimusmenetelmät jaetaan usein kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin menetelmiin. Kvalitatiivisissa eli laadullisissa menetelmissä tutkittavaa ilmiötä pyritään ymmärtämään ja kuvaamaan kokonaisvaltaisesti kuvaamalla sitä ei-numeerisesti. Kvantitatiivisissa eli määrällisissä menetelmissä ilmiötä puolestaan kuvataan ja tulkitaan numeeristen arvojen avulla. Tutkimuksessa voidaan käyttää vain yhtä menetelmää, jolloin kyseessä on yksimenetelmällinen tutkimus (*mono method*), tai hyödyntäen molempia menetelmiä, jolloin puhutaan monimenetelmällisestä tutkimuksesta (*multiple-methods*). (Saunders et al. 2009, s. 151–152) Tässä tutkimuksessa käytetään kirjallisuuskatsauksessa kvalitatiivisia menetelmiä ja auton omistusta Keravalla selvittävän datan keräämisessä ja analysoinnissa kvantitatiivisia menetelmiä. Kyseessä on monimenetelmällinen tutkimus ja tarkemmin menetelmien sekoitus (*mixed-method research*), sillä tutkimuksessa käytetään laadullista ja määrällistä tutkimusta mutta niitä ei sekoiteta, eli laadullinen aineisto analysoidaan laadullisesti ja määrällinen aineisto määrällisesti.

Tutkimuksen aikahorisontilla tarkoitetaan sitä, kuinka pitkää hetkeä tutkimus pyrkii kuvaamaan. Tutkimus voi kuvata tiettyä hetkeä, jolloin puhutaan poikkileikkaustutkimuksesta, tai pidempää aikajännettä, jolloin kyseessä on pitkittäistutkimus. (Eriksson & Koistinen 2005; Saunders et al. 2009, s. 155) Tämän tutkimuksen aikahorisontti on poikkileikkaustutkimus, eli tutkimus keskittyy vain rajattuun hetkeen.

Kaikki edellä mainitut valinnat ohjaavat sitä, millaisilla menetelmillä tarvittavaa tietoa ja dataa kerätään ja kuinka niitä analysoidaan. Tämä tutkimus koostuu kahdesta osasta, aiempia tutkimuksia ja aiheeseen liittyvää teoriaa selvittävästä kirjallisuuskatsauksesta sekä auton omistusta selittävästä ja ennustavasta määrällisestä data-analyysistä. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt menetelmät ovat esitelty luvussa 2.2. Kvantitatiiviseen tutkimusprosessiin eli tässä tutkimuksessa data-analyysiin kuuluu yleensä tiedonkeruuvälineen rakentaminen, tietojen kerääminen, tietojen analysointi ja käsittely sekä tulosten raportointi (Heikkilä 2005, s. 25). Tutkimuksen tiedonkeruuvälinettä eli paikkatieto-ohjelmaan luotua aluepohjaa ja saavutettavuusmallia sekä tiedon keräämistä on käyty läpi luvussa 6. Tiedon analysoinnista, käsittelystä ja ennustamiseen käytetystä lineaarista regressioanalyysistä kerrotaan luvussa 7 ja tuloksista luvussa 8.

2.2 Kirjallisuuskatsauksen aineistonhankintamenetelmä

Tässä luvussa esitellään kirjallisuuskatsauksessa käytetyn aineiston hankintamenetelmä ja kuinka hankittua kirjallisuusaineistoa on analysoitu. Kirjallisuuskatsauksen avulla on tutustuttu aiheeseen liittyviin tutkimuksiin sekä aiheeseen liittyviin teorialalleihin. Auton omistusta selittämään ja kuvaamaan kerätyn aineiston hankintamenetelmä on kuvattu luvussa 6. Kerätyn aineiston analysointimenetelmät on puolestaan kuvattu luvussa 7.

Kirjallisuuskatsauksessa käytettyjä hakupalveluita olivat Tampereen teknillisen yliopiston tarjoama hakupalvelu Andor, johon on koostettu yliopiston tarjoamat verkkoaineistot sekä yliopiston kirjaston painettu aineisto. Lisäksi käytettiin hakutietokantaa TRID, joka on keskittynyt erityisesti liikenne- ja kuljetusalan julkaisuihin.

Hakuja tehtiin englannin ja suomen kielellä. Käytettyjä hakusanoja ja -lausekkeita olivat esimerkiksi seuraavat:

- (forecast* OR model* OR predict*) AND ("parking" OR "residential parking")
- residential parking
- ("parking" OR "residential parking") AND demand
- ("car" OR "automobile" OR "vehicle") AND "ownership"
- "car ownership" AND ("parking" OR "residential parking")
- parking AND "land use"
- parking supply
- pysäköintipolitiik*
- asukas-pysäköin*

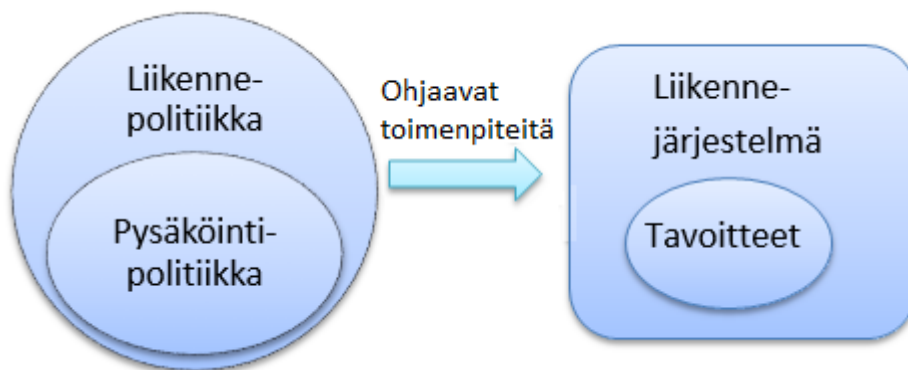
Esimerkiksi ensimmäisellä hakulausekkeella Andor-hakupalvelusta saatiin yhteensä 263 684 tulosta. Tulosten suuren lukumäärän vuoksi kaikkia tuloksia ei voitu käydä läpi, vaan tulokset luokiteltiin hakupalvelussa relevanssin mukaan ja tarkempaan tarkasteluun artikkelit valittiin otsikon, tekijän, julkaisupaikan ja julkaisuvuoden mukaan.

Aineistoa etsittiin myös Liikenne- ja viestintäministeriön sekä Ympäristöministeriön julkaisuista, sillä pysäköinnin säätelyyn ja kaavoitukseen liittyvät asiat ovat hyvin kansallisia ja tutkimuksessa haluttiin tietoa siitä, miten Suomessa näitä asioita säädellään ja miten asiat on järjestetty. Lisäksi kaavoitukseen ja pysäköintipolitiikkaan liittyen tutkittiin myös kaupunkien omia pysäköintiselvityksiä ja pysäköintipolitiikkaan liittyviä julkaisuja, sillä lähes jokaisella kaupungilla on omat pysäköinnin suuntaviivat. Kaupunkien pysäköintipolitiikkaan liittyviä julkaisuja ja pysäköinnin laskentaohjeita etsittiin Googlen hakukoneen kautta. Erityisesti Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL) on tehnyt paljon julkaisuja koskien pääkaupunkiseudun pysäköintiä. HSL:n julkaisuja etsittiin HSL:n omasta julkaisuarkistosta.

3. PYSÄKÖINTI LIIKENNEJÄRJESTELMÄSSÄ

3.1 Pysäköintipolitiikka osana liikennepolitiikkaa

Pysäköintipolitiikka on voimakas työkalu, jolla voidaan vaikuttaa kaupunkiliikenteeseen (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b). Pysäköintipolitiikka on osa liikennepolitiikkaa. Liikennepolitiikalla tarkoitetaan niitä liikennejärjestelmään kohdistuvia toimia, joilla edistetään kansalaisten hyvinvointia, maan kilpailukykyä sekä elinkeinoelämän kehittymistä. Liikennejärjestelmä koostuu liikenneinfrastruktuurista, kulkuvälineistä, matkustajista ja kuljetettavista tavaroista sekä alaa koskevista säädöksistä ja hallinnosta. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2008) Pysäköintipolitiikalla puolestaan tarkoitetaan niitä toimenpiteitä ja päätöksiä, joiden avulla pysäköintiä ohjataan kohti haluttuja tavoitteita (kuva 4). Pysäköintipolitiikka voidaan kohdistaa erilaisiin pysäköintipaikkoihin (esimerkiksi kadunvarsipysäköintiin) tai erilaisiin käyttäjiin (esimerkiksi asukaspysäköintiin). (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b)



Kuva 4: Liikenne- ja pysäköintipolitiikka.

Suomessa vain suurimmat kaupungit ovat kirjanneet kokonaisen pysäköintipolitiikan (Kalenoja & Häyrynen 2003). Esimerkiksi Helsingin kaupungin pysäköintipolitiikassa on määritetty pysäköintipolitiikan strategiset linjaukset, jotka määrittävät pysäköinnin pitkän aikavälin suunnan, ja näiden linjausten pohjalta on luotu kärkitoimenpiteet pysäköinnin kehittämiseen. Helsingin kaupungin pysäköintipolitiikan tavoitteena onkin ”luoda suuntaviivoja, joilla vastataan asukkaiden ja yritysten tulevaisuuden tarpeisiin ja haasteisiin” sekä mahdollistaa ”turvallinen, sujuva, viihtyisä ja käytettävä kaupunki”. (Helsingin kaupunki 2014) Yleisiä tavoitteita eurooppalaisten kaupunkien pysäköintipolitiikoissa ovat muun muassa autoliikenteen vähentäminen, kestävien kulkumuotojen ja joukkoliiketeen edistäminen, liityntäpysäköinnin edistäminen erityisesti suurissa kaupungeissa sekä alueiden ja palveluiden saavutettavuuden turvaaminen tasavertaisesti kaikille yhteiskuntaluokille (COST 2005).

Suomen liikennepolitiikassa on tapahtunut viime vuosikymmenten aikana selkeä muutos koskien liikennepolitiikan tavoitteita. Aiemmin liikennepolitiikan päämääränä oli turvata ihmisten ja tavaroiden tehokas liikkuminen, ja autoistumista tuettiin voimakkaasti muun muassa liikenneinfrastruktuurin kehittämällä (COST 2005; Litman 2006 s. 4–6). Liikenteen kasvu nähtiin seurauksena talouden kasvusta ja liikenteen hillitsemisen ajateltiin hidastavan talouden kasvua. Viime vuosikymmeninä on kuitenkin herätty autoistumisen aiheuttamiin ongelmiin, kuten kasvaneisiin päästöihin ja kaupunkirakenteen hajautumiseen. Liikennepolitiikan näkökulmaksi onkin tullut autoliikenteen hillitseminen ja kestävien kulkumuotojen tukeminen. (Taskinen 2005; Litman 2006, s. 5)

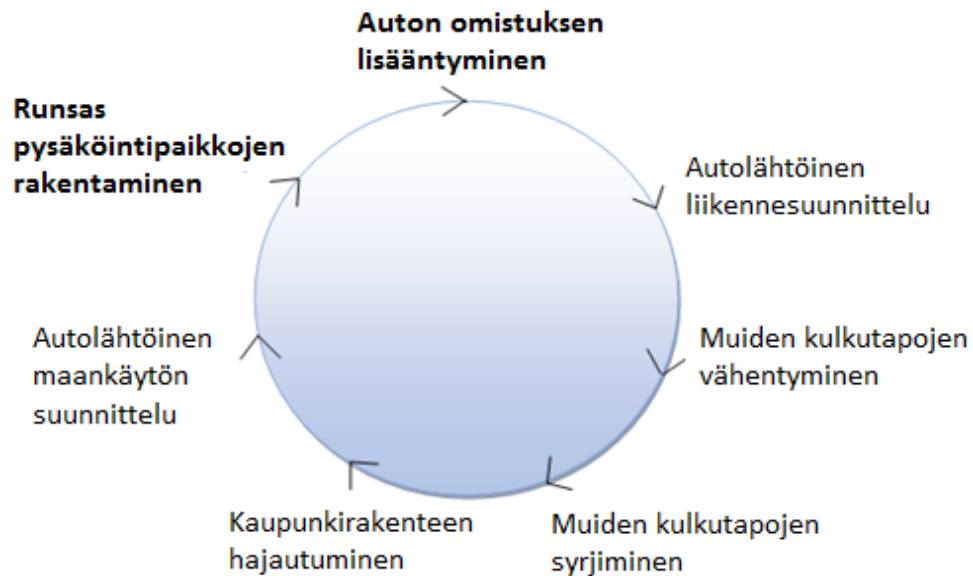
Liikennepolitiikan muutos on johtanut myös pysäköintipolitiikan muuttumiseen. Aiempiä pysäköintipolitiikkaa kuvaa osuvasti seuraava 1960-luvulla annettu ohje pysäköinnin suunnitteluun liittyen, josta ilmenee hyvin aikakauden suhtautuminen autoistumiseen:

”... [J]okainen autonomistaja – ja sellaisiahahan tulevat miltei kaikki olemaan 10–20 vuoden päästä – on sitä mieltä, että auton tulee olla upokkaiden ja sateenvarjon kaltainen: kätevästi käyttöön otettavissa, milloin sitä tarvitaan.”

(Murole 1962, s. 12)

Aiemmin tavoitteena oli, että pysäköintipaikkoja tulisi olla tarjolla jokaisessa kohteessa runsaasti ja niiden tulisi olla maksuttomia. Tärkein pysäköinnin suunnittelua ohjaava tekijä oli yksityisautoilun ja pysäköinnin helppous. Liikenne- ja pysäköintipolitiikan keskiössä oli siis yksityisauto. Uudessa pysäköintipolitiikassa puolestaan halutaan tukea pysäköintiratkaisujen avulla kestävien kulkumuotojen eli julkisen liikenteen, kävelyn ja pyöräilyn käyttöä (Litman 2006). Ihmisen tulisi kohdata asunnosta tai työpaikaltaan lähtiessään ensimmäisenä nämä liikkumismuodot ja vasta niiden jälkeen autopaikat (Helsingin kaupunki 2014). Uuden pysäköintipolitiikan mukaan erityisesti kestävien kulkumuotojen tulisi olla kätevästi käyttöön otettavissa. Autoilulla tulee jatkossakin olemaan tärkeä merkitys liikennejärjestelmässä, mutta suunnittelua ei tehdä enää ainoastaan autoilua tukien (Helsingin kaupunki 2014). Autoilua ja pysäköintiä tulisi kehittää tehokkaammaksi ja sujuvammaksi hyödyntämällä digitalisaatiota, liikenteen uusia palveluita ja matkaketjuja (HSL 2017b).

Aiemmin pysäköintipaikkojen kustannukset myös sisällytettiin rakennusten rakennuskustannuksiin tai kustannukset olivat julkisten tahojen subventoimia eli tukemia. (Litman 2006, s. 5) Pysäköintipaikkojen maksuttomuudella ja paikkojen runsaudella pyrittiin tukemaan kasvavaa autoliikennettä. Pysäköintipaikkojen kysynnän ennustettiin kasvavan autoliikenteen kasvaessa (Litman 2006, s. 5–6; Karhula et al. 2013). Litmanin (2006, s. 5–6) mukaan tämä ajattelumalli luo niin sanotun itseänsä toteuttavan ennusteen, jota voidaan kuvata autoriippuvuuden syklillä (*Cycle of automobile dependency*). Sykli on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5: Autoriippuvuuden sykli (muokattu lähteestä Litman 2006).

Autoriippuvuuden syklissä auton omistuksen lisääntyminen johtaa autolähtöiseen liikennesuunnitteluun, joka puolestaan johtaa vaihtoehtoisten kulkutapojen vähentymiseen ja esimerkiksi julkisten liikenneyhteysien heikkenemiseen. Nämä tekijät vaikuttavat puolestaan kaupunkirakenteen hajautumiseen ja edelleen autolähtöiseen maankäytön suunnitteluun. Hajautuneessa kaupunkirakenteessa on enemmän tarvetta pysäköintipaikoille ja myös tilaa rakentaa niitä. Useiden tutkimusten mukaan pysäköintipaikkojen määrän ylittyminen voi lisätä autoistumista (Shoup 1999; Litman 2006; Guo 2013; Rogers et al. 2015; Manville 2017).

Aiemman pysäköintipolitiikan, jonka tavoitteena oli pysäköintipaikkojen määrän maksimointi ja hinnan minimointi, ongelmat on tunnistettu suurilla kaupunkiseuduilla jo pitkään. Esimerkiksi Shoup on kritisoinut jo vuonna 1999 pysäköintipaikkojen määrän määrittämiseen käytettäviä miniminormeja, sillä ne laskevat pysäköintipaikkojen hintoja ja nostavat tarjontaa (Shoup 1999). Pysäköintipolitiikassa tapahtuvat muutokset ovat olleet hitaita, mutta vähitellen kaupunkiseuduilla on alettu liikkua kohti uutta pysäköintipolitiikkaa. Uudessa pysäköintipolitiikassa tavoitteena on tarjota pysäköintipaikkoja optimaalinen määrä optimaaliseen hintaan (Litman 2006). Uuden pysäköintipolitiikan mukaan pysäköinnin kustannukset tulisi ohjata suoraan pysäköinnin käyttäjille. Poliitikassa myös korostetaan pysäköinnin suunnittelun joustavuutta ja tapauskohtaisen harkinnan hyödyntämistä joustamattomien yleisohjeiden noudattamisen sijaan (Litman 2006).

Pysäköintipolitiikkaa voidaan toteuttaa pääasiassa ohjaamalla pysäköinnin kysyntää tai tarjontaa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b). Pysäköinnin tarjonnan ohjaamisella tarkoitetaan pysäköintipaikkojen määrään, sijaintiin ja rajoituksiin vaikuttamista. Tarjonnan ohjausta voidaan tehdä kaavoitusvaiheessa, kun päätetään, kuinka paljon alueille kaavoitetaan pysäköintipaikkoja. Tarjontaan voidaan vaikuttaa myös esimerkiksi erilaisilla

rajoituksilla. Rajoitukset voivat koskea esimerkiksi pysäköintiaikaa ja käyttäjäryhmiä. (Kalenoja & Häyrynen 2003; Litman 2006; Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b) Kysynnän ohjaamista voidaan tehdä erityisesti pysäköinnin hinnoittelulla, sillä pysäköinnin hinta vaikuttaa suoraan pysäköinnin kysyntään. Myös kaupunkisuunnittelun avulla voidaan vaikuttaa kysyntään, esimerkiksi tarjoamalla hyvät julkiset kulkuyhteydet ja mahdollistamalla sekoittunut ja tiivis kaupunkirakenne, jossa auton käyttö ei ole välttämättöntä. Kysynnän ohjausta voidaan toteuttaa myös opastuksen sekä erilaisten maksujärjestelmien avulla. Opastusjärjestelmillä voidaan esimerkiksi osoittaa vapaiden pysäköintipaikkojen sijainti. (Litman 2006; Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b)

Pysäköintipaikkojen vähentäminen tai muuttaminen maksulliseksi aiheuttaa osassa väestössä usein hyvinkin negatiivisia tunteita, sillä joidenkin mielestä ilmaiset ja aina saatavilla olevat pysäköintipaikat kuuluvat asukkaiden perusoikeuksiin. Pysäköinnin tehostamista on helpompi perustella asukkaille, mikäli pysäköinnin tehostamisen hyödyt tuodaan nähtäville selvästi. Pysäköintipaikoilta säästyvä tila voidaan esimerkiksi hyödyntää rakentamalla kaupunkeihin viihtyisiä alueita kuten puistoja sekä esimerkiksi pyöräparkkeja. Esimerkiksi Vantaalla Tikkurilan keskustaan on rakennettu entiselle katu- ja pysäköintialueelle viihtyisiä ja monipuolinen puistoalue, jossa on muun muassa skeittiparkki ja leikkipuisto (Rakennuslehti 2018). Pysäköintipaikat ovat sijoitettu puiston alle pysäköintihalliin, jonne on sisäänkäynti puistosta. Pysäköintiä tehostamalla ja sijoittamalla se keskitetysti maan alle on täten pystytty vapauttamaan arvokasta keskustatilaa asukkaiden oleskelu- ja harrastusalueeksi.

Pysäköintipolitiikka liittyy vahvasti liikennepolitiikan lisäksi myös muihin politiikan osa-alueisiin, kuten ympäristö- ja maankäyttöpoltiikkaan (OECD 1980, s. 15; Karhula et al. 2013). Pysäköintipolitiikkaa suunniteltaessa tulisi myös nämä osa-alueet huomioida eikä tarkastella pysäköintipolitiikkaa yksittäisenä ilmiönä (Willson 2015, s. 29). Maankäytön, liikennejärjestelmän ja pysäköintijärjestelmän suhdetta on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6: Maankäytön, liikennejärjestelmän ja pysäköintijärjestelmän suhde (muokattu lähteistä OECD 1980 ja Wegener 2004).

Maankäytön suunnittelu ohjaa sitä, minne erilaiset *aktiviteetit* eli toiminnot, kuten asuminen, työssäkäynti, ostokset ja harrastukset sijoittuvat. Aktiviteettien toteuttaminen vaatii *liikennejärjestelmää*, jonka avulla ihmiset ja tavarat pystyvät kulkemaan aktiviteettien luokse. Liikennejärjestelmä puolestaan mahdollistaa erilaisten toimintojen ja alueiden *saavutettavuuden*. Saavutettavuus vaikuttaa osaltaan erilaisten toimintojen sijoittumispäätöksiin, joka vaikuttaa edelleen maankäyttöön. (Wegener 2004, s. 3–4) Pysäköintijärjestelmä on puolestaan yksi liikennejärjestelmän alajärjestelmistä (OECD 1980, s. 15; COST 2005). Pysäköintipolitiikkaa suunniteltaessa tulisi siis huomioida liikenne- ja maankäyttöpolitiikkaa kokonaisuudessaan, jotta yhteiskuntaa kehitetään kokonaisuudessaan osa-optimoinnin sijaan (OECD 1980, s. 15–16).

3.2 Pysäköintipaikkojen ominaisuudet

Kuten aiemmin mainittiin, pysäköinnin suunnittelussa on huomioitava pysäköintipolitiikan lisäksi kokonaisvaltaisesti myös muu liikennepolitiikkaa sekä maankäyttö- ja aluepolitiikkaa. Pysäköinnin suunnittelussa tulee huomioida politiikan asettaman tavoitteiden lisäksi alueen ominaisuudet, alueen maankäyttö, olemassa olevien pysäköintipaikkojen lukumäärä, ominaisuudet ja riittävyys, vaihtoehtoiset kulkutavat sekä pysäköintipaikkojen kustannukset (Karhula et al. 2014). Pysäköintipaikkoihin liittyy useita ominaisuuksia, jotka tulee huomioida pysäköinnin suunnittelussa. Pysäköintipaikkaan liittyvät ominaisuudet ovat kuvattu kuvassa 7.



Kuva 7: Pysäköintipaikan ominaisuudet.

Pysäköinnin luokittelua voidaan tehdä ensinnäkin pysäköintiin liittyvän matkan tarkoituksen mukaan. Pysäköinti voidaan jakaa asukaspysäköintiin, asiointipysäköintiin sekä työmatkapysäköintiin. Asukaspysäköinti on asukkaiden pysäköintiä asuinalueellaan tai asuinalueen lähiympäristössä nimetyllä tai nimeämättömällä paikalla (Kaikkonen 2012). Asukaspysäköinnin järjestelyä käsitellään tarkemmin luvussa 4. Asiointipysäköinti on puolestaan pysäköintiä, joka liittyy esimerkiksi ostos-, harrastus- ja terveydenhuoltomatkoihin (Kalenoja & Häyrynen 2003). Näiden matkojen pysäköintiajat ovat tyypillisesti lyhyitä, noin 1-3 tunnin mittaisia (Bates & Leibling 2012). Työmatkapysäköinti tarkoittaa puolestaan työpaikalla tapahtuvaa pysäköintiä ja sen kesto on keskimäärin noin 8 tuntia. (Bates & Leibling 2012)

Pysäköintipaikkoja voidaan tarkastella myös niiden tarjoajan ja hallinnoijan näkökulmasta. Pysäköinnin järjestämisestä voivat vastata julkinen taho, yksityiset yritykset tai kiinteistöt (Enoch & Ison 2005). Katualueilla pysäköintipaikat ovat yleensä julkisen tahon, Suomessa kuntien, omistamia ja hallinnoimia. Julkinen taho tarjoaa yleensä myös pysäköintialueita tai -rakennuksia. Paikat voivat olla tarkoitettu esimerkiksi asiointipysäköinnille ja niitä voidaan myös vuokrata yrityksille, jotka voivat tarjota paikkoja edelleen asiakkailleen tai työntekijöilleen (OCDE 1980, s. 5). Myös yksityiset yritykset voivat tarjota pysäköintipaikkoja. Nämä paikat voivat olla tarkoitettu yleiseen käyttöön tai esimerkiksi tietyn yrityksen käyttöön. (Enoch & Ison 2005). Asuntojen asukas-pysäköintipaikat sijaitsevat useimmiten kiinteistön omalla tontilla, jolloin pysäköintipaikkojen tarjoamisesta ja hallinnoinnista vastaavat kiinteistöt itse.

Pysäköintipaikkoja voidaan luokitella myös sen mukaan, liittyykö niiden käyttöön rajoituksia tai maksuja vai ovatko paikat käytettävissä vapaasti ilman rajoitteita. Pysäköinnin rajoitukset voivat koskea esimerkiksi pysäköintiaikaa tai käyttäjäryhmiä. Niin julkisten tahojen kuin yksityistenkin tahojen tarjoama pysäköinti voi olla maksullista. Katualueilla olevien pysäköintipaikkojen maksullisuus on kuitenkin yleisempää suurissa kaupungeissa kuin pienissä kaupungeissa ja taajamissa. Pysäköinnin kustannuksia ja hintaa käsitellään tarkemmin luvussa 4.2.

Pysäköintipaikat voivat sijaita katualueilla, erillisillä pysäköintialueilla, rakennuksissa kuten pysäköintihalleissa tai maan alla esimerkiksi pysäköintiluolissa tai kellareissa. Kadunvarsipysäköintiä voidaan käyttää asiointi- ja asukas-pysäköintiin. Kadunvarsipysäköinti on usein rajattua esimerkiksi aikarajoituksin tai maksullisuudella. Kuvassa 8 on esimerkki Keravalla aikarajoitetuista kadunvarsipaikoista. Kadunvarsipysäköinti voi olla myös esimerkiksi rajattu koskemaan vain asukas-pysäköintiä, joka on useissa kaupungeissa järjestetty erillisillä asukas-pysäköintiluvilla (Kaikkonen 2012).



Kuva 8: Kadunvarsipysäköintipaikkoja Keravan keskustassa.

Yhtenä pysäköintimuotona on myös liityntäpysäköinti (*park & ride*). Liityntäpysäköinti tarkoittaa ajoneuvon pysäköimistä yleensä keskustan reuna-alueella sijaitsevalle pysäköintialueelle tai -talon, josta on joukkoliikenneyhteydet kaupungin keskustaan (Litman 2006, s. 100). Esimerkiksi Helsingissä on kattava liityntäpysäköintiverkosto. Helsingin keskustaan suuntaavaa autoilija voi jättää autonsa esimerkiksi lähijuna-asemien liityntäpysäköintiparkkiin ja jatkaa matkaa Helsingin keskustaan lähijunalla (HSL 2017a). Autoilijan etuna on tällöin keskustan ruuhkien välttäminen sekä myös säästö pysäköintikustannuksissa, sillä Helsingin keskustan alueella pysäköintimaksut ovat huomattavasti kalliimmat kuin liityntäparkissa. Yhteiskunta hyötyy myös henkilöautoliikenteen vähentymisestä keskustassa ruuhkien ja päästöjen vähentymisen myötä (COST 2005). Liityntäpysäköinnin avulla keskustaan ei myöskään tarvitse kaavoittaa niin paljon pysäköintipaikkoja. Liityntäpysäköinnin avulla voidaan siis siirtää pysäköintiä keskustasta keskustan reuna-alueille. Liityntäpysäköinnin toinen muoto on myös kaukopysäköinti (*remote parking*). Kaukopysäköinnillä tarkoitetaan pysäköintiä määränpäästä kauempana sijaitsevalle pysäköintipaikalla, josta on yleensä järjestetty kuljetus määränpäähän (Litman 2006, s. 99–100). Suomessa kaukopysäköintiä on esimerkiksi Helsinki-Vantaan lentoaseman lentoparkeissa, jotka sijaitsevat kauempana lentoasemalta ja joista on sukkulabussiyhteys lentoasemalle (Lentoparkki 2017).

3.3 Pysäköinti kaavoituksessa

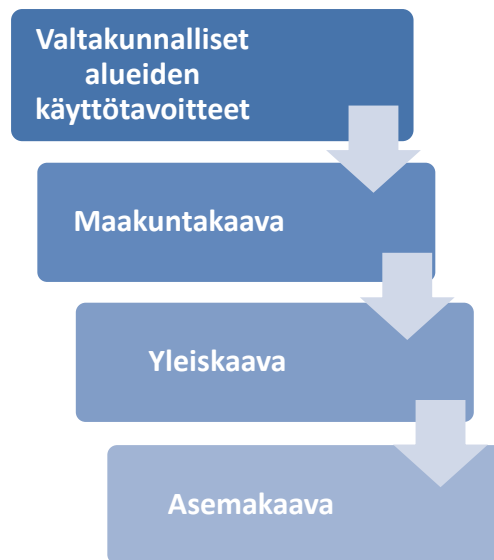
Kaavoituksella ohjataan pysäköintipaikkojen määrää ja sijaintia, minkä vuoksi kaavoitus on tärkeä osa pysäköinnin suunnittelua (Reihe & Kallio 2004, s. 13). Kaavoituksella tarkoitetaan maankäytön ja rakentamisen ohjaamista, minkä tarkoituksena on luoda edellytykset elinvoimaiselle asuin- ja elinympäristölle. Maankäytön suunnitteluun kuuluvat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sekä kaavoituksen eri tasot, maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Lisäksi maankäytön suunnitteluun voivat vaikuttaa myös seutu- ja kuntatason strategiat ja politiikat sekä rakennusjärjestys. Maankäytön suunnittelua ohjaa yleisellä tasolla maankäyttö- ja rakennuslaki. (Ympäristöministeriö 2016)

Valtakunnallisilla alueidenkäyttötavoitteilla (VAT) linjataan Suomen alueidenkäyttöä yleisellä tasolla. Voimassaolevat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat vuodelta 2000, mutta tavoitteiden sisältöä on päivitetty vuonna 2008 (Ympäristöministeriö 2009). Tavoitteet käsittelevät toimivaa aluerakennetta ja eheytyvää yhdyskuntarakennetta, kulttuuri- ja luontoperinnön sekä luonnonvarojen vaalimista, toimivia yhteysverkkoja ja energiahuoltoa. Lisäksi tavoitteet koskevat myös Helsingin seudun erityiskysymyksiä ja aluekokonaisuuksia, jotka ovat luonto- ja kulttuuriympäristönä erityisiä. (Ympäristöministeriö 2016)

Kaavoituksen ylimmällä tasolla on maakuntakaava, joka on maakunnan liiton laatima suunnitelma maakunnan alue- ja yhdyskuntarakenteesta (Ympäristöministeriö 2016). Maakuntakaava ohjaa kuntien yleis- ja asemakaavoitusta. Keravaa koskeva maakunta-

kaava on Uudenmaan maakuntakaava, joka on vahvistettu vuonna 2006. (Keravan kaupunki 2017b; Uudenmaan liitto 2017) Kaavoituksen seuraavalla tasolla on yleiskaava, joka on maankäytön ja yhdyskuntarakenteen yleispiirteinen suunnitelma. Yleiskaavassa esitetään esimerkiksi kaupungin laajenemissuunnat sekä eri toimintojen, kuten asumisen, liikenteen ja työpaikkojen, sijoittuminen. Keravan uusi yleiskaava 2035 (YK6) hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa 7.11.2016. (Keravan kaupunki 2017c)

Yleiskaava myös ohjaa asemakaavojen laadintaa. Asemakaavassa määrätään yksityiskohtaisesti maankäytöstä ja rakentamisesta (Keravan kaupunki 2017b). Asemakaavassa määritellään esimerkiksi rakennettavien rakennusten sijainti ja koko (Ympäristöministeriö 2017). Keravan kaupungin pinta-alasta noin puolet on asemakaavoitettu (Keravan kaupunki 2016a). Alueilla, joilla ei ole voimassa olevaa asemakaavaa, rakentamista ohjaa rakennusjärjestys. Ennen asemakaavan laatimista voidaan tehdä asemakaavan pohjaksi niin sanottu kaavarunko, joka toimii yleissuunnitelmana asemakaavoitukselle (Keravan kaupunki 2017b). Kuvassa 9 on hahmotettu kaavoituksen tasot.



Kuva 9: Kaavoituksen tasot.

Pysäköintijärjestelmä on ainakin välillisesti läsnä kaikissa kaavoituksen vaiheissa. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat osaltaan myös pysäköinnin suunnittelua, sillä tavoitteissa linjataan seuraavasti: ”*Eryyisesti kaupunkiseuduilla on varmistettava henkilöautoliikenteen tarvetta vähentävä sekä joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä edistävä liikennejärjestelmä*” (Ympäristöministeriö 2009). Tavoitteisiin kuuluu myös kaupunkirakenteen hajautumisen ehkäiseminen. Pysäköinnin avulla voidaan vaikuttaa näihin tavoitteisiin, joten pysäköintipolitiikassa tulee huomioida myös valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet. Tarkemmin pysäköintipolitiikka suunnitellaan yleiskaavan yhteydessä. Yleiskaavassa tulisi selvittää myös käytettävien pysäköintinormien pääperiaatteet sekä suurten pysäköintilaitosten sijoittaminen (RIL 1988, s. 398). Reiher & Kallion (2004, s. 13) mukaan pysäköinnin yleisistä suuntaviivoista voidaan päättää yleiskaavan

sijaan myös erillisessä periaatepäätöksessä. Asemakaavassa puolestaan määrätään sitovasti pysäköintinormeista, pysäköintipaikkojen sijoittamisesta ja lukumääristä (RIL 1988, s. 398–399; Reihe & Kallio 2004, s. 13). Jos pysäköintipaikkoja sijoitetaan useampaan paikkaan, tulee asemakaavassa määritellä, montako pysäköintipaikkaa kuhunkin kohteeseen sijoitetaan (RIL 1988, s. 400).

4. ASUKASPYSÄKÖINNIN JÄRJESTÄMINEN

4.1 Asukaspysäköinnin määritelmä

Asukaspysäköinti on asukkaiden pysäköintiä asuinalueellaan tai asuinalueen lähiympäristössä nimetyllä tai nimeämättömällä paikalla (Kaikkonen 2012). Asukaspaikkojen järjestämisestä määrätään Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132). Laissa todetaan, että rakentamisen yhteydessä on asemakaavassa ja rakennusluvassa määrätty autopaikat järjestettävä. Asemakaavan perusteella ”*kunta voi osoittaa ja luovuttaa kiinteistön käyttöön tarvittavat autopaikat kohtuulliselta etäisyydeltä. Tässä tapauksessa kiinteistönomistajalta peritään autopaikkojen järjestämisestä vapautumista vastaava korvaus kunnan hyväksymien maksuperusteiden mukaan*”. Järjestämisvelvollisuus ei koske vähäistä lisärakentamista tai muutostöitä, mutta näiden vaikutus autopaikkatarpeeseen tulee huomioida. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 156 §)

Laissa ei määrätä kuinka paljon pysäköintipaikkoja tulee rakentaa, vaan pysäköintipaikkojen määrä on säädetty asemakaavassa. Asemakaavassa pysäköintipaikkojen määrä ilmoitetaan yleensä vähimmäis- tai enimmäisnormina. Vähimmäisnormilla tarkoitetaan, että autopaikkoja on rakennettava vähintään tietty määrä asuntoa kohti (*esimerkiksi 1 ap/asunto*) tai tietty määrä kerrosneliötä kohti (*esimerkiksi 1 ap/85 k-m²*). Enimmäisnormilla puolestaan määritetään sallittu enimmäismäärä autopaikoille. (Ympäristöministeriö 2000, s. 154) Yleensä toimitiloille ja asuinrakennuksille on määritetty omat norminsa. Asemakaavassa määrättyistä pysäköintipaikoista voidaan käyttää termiä velvoitepaikka (Kaikkonen 2012).

Suomessa ei ole käytössä yhtenäisiä laskentaohjeita pysäköintipaikoille vaan kaupungeilla on omat laskentaohjeet (Kaikkonen 2012). Esimerkiksi Helsingin kaupungin pysäköintinormi perustuu autoistumisen ja asumisväljyyden ennusteisiin (Helsingin kaupunki 2014). Helsingissä autopaikkojen tarvetta arvioidaan vertaamalla asumisväljyyden ja henkilöautotiheyden suhdetta nykytilanteessa sekä näiden ennusteita seuraavalle vuosikymmenelle. Henkilöautotiheyden ja asumisväljyyden suhteesta voidaan arvioida autopaikkojen tarvetta kerrosalaa (*ap/k-m²*) kohden. (Palomäki 2011) Asumisväljyyden ja henkilöautotiheyden lisäksi Helsingin pysäköintinormeissa on huomioitu myös alueelliset erityispiirteet, eri asumismuodot sekä vuokra-asuntojen pienempi autonomistusaste. Lisäksi pysäköintinormit ovat pienemmät esimerkiksi erityisasumiseen tarkoitetuissa asunnoissa (esimerkiksi opiskelija-asunnoissa) sekä mikäli asumiseen liittyy yhteiskäyttöautojen käyttömahdollisuus tai mikäli osa pysäköintipaikoista on nimeämättömiä tai vuorottaiskäytössä. (Helsingin kaupunkisuunnittelulautakunta 2015)

Asukaspysäköintipaikat sijoitetaan yleensä asuntojen tonteille. Tiiviillä keskusta-alueella kuitenkin autopaikat pyritään toteuttamaan keskitetysti. Keskittäminen tarkoittaa sitä, että

useamman tontin pysäköintipaikat keskitetään yhteiselle pysäköintitontille tai pysäköintilaitokseen (RIL 1988, s. 399). Autopaikkojen osoittaminen tontin ulkopuolelta voidaan järjestää joko rasitejärjestelmällä tai osoittamalla korttelista osa autopaikoille osoitetuksi korttelialueeksi. Autopaikkojen korttelialueesta voidaan käyttää lyhennettä LPA-alue. Korttelialuetta, joka on varattu yleistä pysäköintiä varten, kutsutaan LP-alueeksi. Yleistä pysäköintiä tarjoavaa pysäköintilaitosta varten varattua aluetta kutsutaan puolestaan LPY-alueeksi. (Ympäristöministeriö 2000, s. 155–156)

Asukaspysäköintipaikat voivat sijaita erilaisissa paikoissa riippuen alueen ominaisuuksista ja pysäköintipolitiikasta. Kaikkosen (2012) mukaan kunnat luovuttavat eniten maata LP- ja LPA-alueilta velvoitepaikkojen rakentamiseen. Osa kunnista sijoittaa velvoitepaikkoja myös kadunvarsiin, mikä ei ole tosin suositeltavaa, sillä velvoitepaikan tulee olla pysyvä paikka (Kaikkonen 2012). Lisäksi kadunvarsipysäköintiin liittyy useita ongelmia, kuten talvikunnossapidon heikkeneminen, kaupunkiviihtyvyyden ja liikenneturvallisuuden heikkeneminen ja jalankulun väheneminen (Ison & Mulley 2004, s. 362–364; Reihe & Kallio 2004, s. 21; Helsingin kaupunki 2014). Kadunvarsipaikat tulisi varata mieluummin lyhytaikaisen asiointi- ja vieraspysäköinnin käyttöön. Toisaalta Reihe & Kallion (2004, s. 21) mukaan myös kadunvarsipysäköintiä puoltavia argumentteja voidaan esittää. Kadunvarsipysäköinnin voidaan nähdä hidastavan ajonopeuksia ja täten parantavan liikenneturvallisuutta. Lisäksi pysäköintipaikkojen sijoittamisella kadulle voidaan parantaa asuintonttien viihtyvyyttä. Reihe & Kallion (2004, s. 21) mukaan asukaspysäköintiä tulisi kuitenkin sijoittaa kadunvarsille vain tiiviissä ja matalassa kaupunkirakenteessa ja silloinkin harkinnan mukaan.

4.2 Asukaspysäköinnin kustannukset

Asukaspysäköinnin kustannuksiin vaikuttavat useat tekijät. Asukaspysäköinnin kokonaiskustannukset muodostuvat paikkojen rakennus- ja ylläpitokustannuksista sekä rakennettavan maan arvosta (kuva 10). Näiden lisäksi asukkaiden maksamaan asukaspysäköinnin hintaan puolestaan vaikuttavat myös pysäköintiin kohdistetut rahalliset tuet. Asukaspysäköinnin hinta on viime aikoina noussut keskusteluun erityisesti siitä näkökulmasta, että asunnon ja asukaspysäköintipaikan hinnat pitäisi pystyä erottamaan toisistaan (Oasmaa 2009; Kaikkonen 2012). Tämä keskustelu kuvaa uutta pysäköintipolitiikkaa, jonka mukaan pysäköinnin kustannusten tulisi olla läpinäkyvät ja kohdennettavissa pysäköinnin käyttäjille (Litman 2006, s. 5-7, 151). Niiden, jotka eivät käytä pysäköintipaikkoja, ei tulisi myöskään joutua maksamaan pysäköinnistä. Erityisesti keskusta-alueilla, joissa maa on kallista, pysäköintipaikkojen hinta nostaa myös asumisen hintaa, ja tällaisilla alueilla asunnot saattavat jäädä myymättä liian korkeiden hintojen takia.

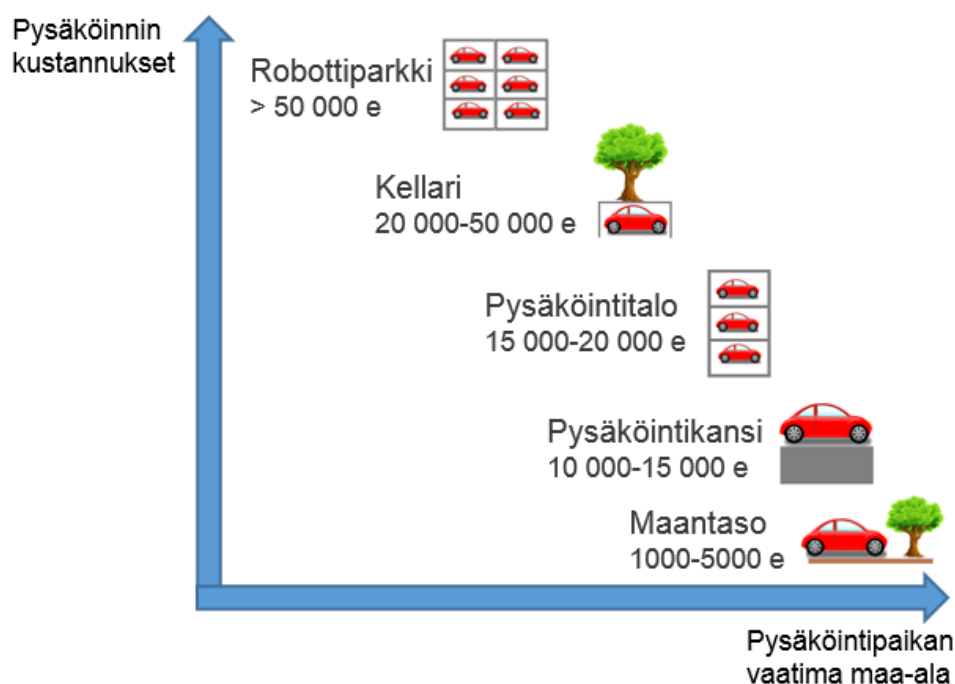


Kuva 10: Pysäköintipaikkojen kokonaiskustannusten muodostuminen (muokattu lähteistä Shoup 2005; Litman 2006, s. 50–57; Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b).

Kuten edellä mainittiin, asukaspysäköintipaikkojen kustannuksiin vaikuttaa ensinnäkin rakennettavan maan hinta ja se, kuinka paljon maata joudutaan varaamaan parkkipaikoille. Rakennettavan maan hinta riippuu alueen sijainnista. Esimerkiksi Helsingin kaupunki (2014) on arvioinut, että yhden Helsingissä sijaitsevan kadunvarsipysäköinnin rakennus- ja kunnossapitokustannuksista sekä maan arvosta syntyvät kustannukset ovat noin 450 euroa vuodessa, josta noin 60 % muodostuu maan arvosta. Laskelmassa maan arvona on käytetty 100 e/m^2 , mutta jos maa voitaisiin käyttää esimerkiksi asuntojen rakentamiseen, on sen arvo huomattavasti suurempi. Esimerkiksi Keravalla keskustassa ja sen läheisyydessä kerrostalotontin arvo on noin $260\text{--}425 \text{ e/k-m}^2$ (Hartman 2017). Pysäköintipaikan kustannuksiin vaikuttaa täten myös maan vaihtoehtoiset käyttömuodot (Shoup 2005; Liikenne- ja viestintäministeriö 2007a; Rogers et al. 2016). Vaihtoehtoisten maankäytön kustannuksia on kuitenkin erittäin vaikea laskea, eikä niitä ole usein sisällytetty Suomessa pysäköinnin kustannuslaskelmiin (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b).

Pysäköintipaikkojen toteutustapa vaikuttaa merkittävästi paikkojen kustannuksiin, sillä eri rakennuskustannukset vaihtelevat suuresti. Halvinta rakentaminen on maantasoon, jossa yhden paikan hinta on noin $1000\text{--}5000$ euroa. Pysäköintikannelle rakennetun paikan kustannus on puolestaan noin $10\,000\text{--}15\,000$ euroa ja pysäköintitalossa $15\,000\text{--}25\,000$ euroa. Kustannukset nousevat vielä korkeammiksi, jos pysäköintipaikat rakennetaan maan sisään. Kellariin rakennettavan paikan kustannukset ovat noin $20\,000\text{--}45\,000$ euroa ja kallioon rakennettavassa pysäköintiluolassa kustannukset ovat yleensä yli $50\,000$ euroa. (Shoup 2005; Litman 2006, s. 55–58; Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b; Rakli 2015) Myös pysäköintilaitoksen koko vaikuttaa sen kustannuksiin, sillä pieneenkin pysäköintilaitokseen on rakennettava esimerkiksi ajorampit. Eri lähteissä esitetyt arviot pysäköintipaikan kustannuksista vaihtelevat hieman, sillä autopaikkojen kustannuksiin vaikuttavat myös alueen ominaispiirteet kuten maaperän laatu ja pohjaveden korkeus (Oasmaa et al. 2009).

Rakennuskustannusten vertailussa eri toteutusmuotojen välillä tulisi kuitenkin huomioida myös toteutusmuotojen vaatima maa-ala. Vaikka maantasoon rakennettujen pysäköinti-paikkojen rakennuskustannukset ovat pienet, vievät nämä paikat huomattavasti enemmän maa-alaa kuin tasoihin tai maan alle rakennettavat pysäköintipaikat. Shoupin (2005, s. 186–187) mukaan pysäköintirakennuksia rakennetaan vasta silloin, kun rakennettava maa on liian arvokasta maantasoon rakennettaville parkkipaikoille tai maata ei ole tarpeeksi käytettävissä. Varsinkin keskusta-alueilla ei ole yksinkertaisesti tilaa rakentaa tarpeeksi pysäköintipaikkoja maantasoon. Oasmaa et al. (2009) mukaan tonttitehokkuuden (e_t) ollessa suurempi kuin 0,7–0,8 saavutetaan maantasopysäköinnin maksimitehokkuus, eli tiiviimmin rakennettaessa pysäköinti on toteutettava maan alle tai tontin ulkopuolelle. Tonttitehokkuudella kuvataan alueen rakennusväljyyttä ja se saadaan tontin yhteenlaskettujen kerrosalojen ja tontin pinta-alan suhteesta (Kaikkonen 2012). Kuvassa 11 on havainnollistettu erilaisten pysäköintiratkaisujen keskimääräisiä kustannuksia pysäköintipaikkaa kohden ja maa-alan tarvetta.



Kuva 11: Pysäköintiratkaisujen keskimääräiset kustannukset pysäköintipaikkaa kohden sekä pysäköintipaikan vaatiman maa-alan tarve (muokattu lähteistä Espoon kaupunki 2017 sekä Shoup 2005; Litman 2006, s. 55–58; Rakli 2015).

Maankäytön kannalta tehokkain vaihtoehto on robottiparkki, joka perustuu automatisoituun autojen sijoitteluun pysäköintilaitoksessa (Keskisaari & Jäntti 2010; Espoon kaupunki 2017). Robottipysäköintilaitoksen rakentaminen on noin 50–75 % kalliimpaa kuin tavallisen pysäköintilaitoksen, mutta sen vaatima tilantarve on noin 50 % pienempi kuin tavallisella pysäköintilaitoksella. Erityisesti tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla robottipysäköintilaitos voi olla ainoa mahdollinen vaihtoehto. (Keskisaari & Jäntti 2010) Robottipysäköinnin ja tavallisen pysäköintilaitoksen kustannusero on kuitenkin huomattavasti pienempi alueella, jossa maan arvo on korkea. Tällöin robottilaitoksen pienempi

maa-alan tarve voi muodostaa suurenkin kustannussäästön verrattuna tavallisen pysäköintilaitoksen tarvitsemaan maa-alaan.

Rakennuskustannusten ja maan arvon lisäksi pysäköintipaikan kokonaiskustannuksiin vaikuttaa myös ylläpitokustannukset. Ylläpitokustannukset muodostuvat seuraavista toimista:

- Valaistus
- Kunnossapito ja huolto
- Talvikunnossapito
- Maisemointi
- Maksujärjestelmät (maksullisessa pysäköinnissä)
- Vartiointi ja kulunvalvonta (valvotussa pysäköinnissä)
- Työvoima ja hallinto. (Litman 2006, s. 5–4)

Näiden kustannusten lisäksi esimerkiksi pysäköintilaitoksissa ylläpitokustannuksiin voi kuulua muun muassa hissien ja palojärjestelmien huoltoa (Litman 2006, s. 54) sekä Suomen ilmastossa erityisesti lämmityskustannuksia (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007a). Litmanin (2006, s. 54) mukaan yhden pysäköintipaikan ylläpitokustannukset ovat vuodessa noin 180–700 euroa ja Hiltusen mukaan hieman vähemmän, noin 120–480 euroa vuodessa (2007, Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b mukaan).

Nykyisessä pysäköintipolitiikassa pysäköinnin kustannuksia maksavat käyttäjien lisäksi monet muutkin tahot. Kuten aiemmin todettiin, pysäköinnin kaikkia todellisia kustannuksia voi olla vaikea kohdentaa. Usein pysäköintipaikan kustannukset voivat olla osa kiinteistön rakennuskustannuksia, jolloin osa pysäköinnin kustannuksista uppoaa kiinteistön kustannuksiin. Tällöin esimerkiksi kiinteistönomistajat voivat osallistua pysäköinnin kustannuksiin jopa huomaamattaan. Kauppojen ja muiden palveluiden tarjoama ilmainen pysäköinnin kustannukset ovat yleensä sisällytetty tuotteiden ja palveluiden hintaan, jolloin asiakkaat maksavat pysäköinnistä tietämättään (Litman 2006, s. 50). Lisäksi myös valtio ja kunnat osallistuvat pysäköinnin kustannuksiin subventoimalla pysäköintiä. Pysäköinnin subventoimisella tarkoitetaan pysäköinnin rahallista tukemista. Pysäköinnin subventoimiseen voivat osallistua valtion ja kuntien lisäksi esimerkiksi työnantaja tarjoamalla ilmaista tai alihintaista pysäköintiä työpaikalla työntekijöille. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b) Taulukossa 1 on havainnollistettu esimerkkejä erilaisten pysäköintipaikkojen kustannuksista ja subventoinnista.

Taulukko 1: Esimerkkejä pysäköintipaikkojen kustannuksista ja subventoinnista (muokattu lähteestä Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b).

Tapaus	Hinta pysäköijälle (€/vuosi)	Kustannus (€)	Kustannuksen ja hinnan erotus = subventio (€)	Subvention maksaja	Subvention osuus kustannuksista
Asukas-pysäköintilupa Helsingin Punavuoressa	264 ¹	680 ²	416	Kaupunki	61 %
Asukas-pysäköinti ilmaiseksi taloyhtiön tontilla	0	345	345	Taloyhtiön osakkaat	100 %
Asukas-pysäköinti 10€/kk hintaan taloyhtiön tontilla	120	345	225	Taloyhtiön osakkaat	65 %

1: Helsingin kaupunki (2017) 2: Helsingin kaupunki (2014)

Esimerkiksi Helsingin kantakaupungin alueella kadunvarsipysäköintiin oikeuttava asukaspysäköintilupa maksaa vuodessa 264 euroa (Helsingin kaupunki 2017). Helsingin kaupungin (2014) mukaan yhden kadunvarsipaikan kokonaiskustannus (sisältäen maan arvon, rakennus- ja ylläpitokustannukset) on noin 680 euroa vuodessa. Tästä voidaan laskea, että kaupunki subventoi kadunvarsilla tapahtuvaa asukaspysäköintiä 416 eurolla vuodessa eli 61 %. Asukaspysäköinnin hinta on tarkoitus nostaa 360 euroon vuoteen 2021 mennessä (Helsingin kaupunki 2014), mutta tällöinkin kaupunki subventoi asukaspysäköintiä yli 50 %. Kaikki veronmaksajat osallistuvat täten kadunvarsilla tapahtuvan asukaspysäköinnin maksamiseen huolimatta siitä, käyttävätkö he itse pysäköintipaikkoja tai autoa ylipäänsä.

Toinen esimerkki on asukaspysäköinti taloyhtiön tontilla, joko ilmaiseksi tai 10 euron kuukausihintaan. Tontilla tapahtuvan maantasopysäköinnin rakentamiskustannukseksi on arvioitu 3000 euroa (keskiarvo edellä esitetystä arviosta maantasopysäköintipaikan hinnasta 1000–5000 euroa) ja ylläpitokustannukseksi 12,5 e/kk (keskiarvo edellä esitetyistä ylläpitokustannusten pienimmistä arvoista, 10–15 e/kk). Ylläpitokustannus on arvioitu aiemmin esitetyistä ylläpitokustannuksista olettamalla, että maantasopaikkojen ylläpitokustannukset ovat edullisimmat verrattuna muihin pysäköintipaikkojen toteutusmuotoihin. Annuiteettimenetelmän avulla on jaettu rakennuskustannukset yksittäisille vuosille (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b). Annuiteettimenetelmässä on käytetty korkona 5 % ja laskenta-aikana 30 vuotta, jotka ovat väylähankkeissa yleisesti käytetyt

arvot (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007b). Vuosittaiseksi maantasopysäköinnin hinnaksi saadaan täten 345 euroa. Laskennassa ei ole otettu huomioon maan arvoa, joten todellinen kustannus on vielä suurempi. Ilmaiseksi taloyhtiön tontilla pysäköivä hyötyy siis 345 euroa vuodessa ja taloyhtiön kaikki asukkaat subventoivat 100 % pysäköintipaikan kustannuksista. Vaikka pysäköintipaikasta olisi 10 euron kuukausimaksu, jäisi silti taloyhtiölle 225 euroa subventoitavaa vuodessa. Näissä tilanteissa myös autottomat taloyhtiön osakkaat joutuvat siis maksamaan muiden asukkaiden pysäköinnistä.

Pysäköintipaikkojen subventointia voidaan perustella sillä, että yhteiskunta tarjoaa monia muitakin palveluita, kuten koulutusta ja terveydenhuoltoa, joista käyttäjät eivät maksa kaikkia kustannuksia (Helsingin kaupunki 2014). Pysäköinti voidaan myös nähdä yhteiskuntaa tukevana toimintona, samoin kuin esimerkiksi kadut ja pihat (TFK 1991, Kalenoja & Häyrynen 2003 mukaan). Niistäkin kansalaiset maksavat yhtä paljon riippumatta siitä, käyttävätkö he kyseisiä katuja tai pihvoja. Erityisesti kaupunkien keskustoissa sijaitsevat kaupat ja palvelut ovat olleet huolissaan siitä, että pysäköintimaksujen lisääminen vähentävät asiakkaiden määrää heidän suunnatessa keskustan ulkopuolelle kauppakeskuksiin, joissa ei ole pysäköintimaksuja (esimerkiksi Yle uutiset 2012; Tamperelainen 2013; Keski-suomalainen 2017). Pysäköintimaksujen siis pelätään näivettävän kaupunkikeskustat. Todellisuudessa jalankulkukeskukset ja ajoneuvoliikenteen vähentäminen lisäävät kaupunkikeskustojen viihtyvyttä ja elinvoimaisuutta. (Litman 2006; Helsingin kaupunki 2014; Rehunen et al. 2014)

Esimerkiksi Oslolla on kokeiltu pysäköintimaksujen poistamista viikonloppuna keskustasta kauppojen elinvoimaisuuden lisäämiseksi. Pysäköintimaksujen poistaminen johti kuitenkin siihen, että pysäköintipaikkoja käytettiin pitkäaikaiseen pysäköintiin, jolloin pysäköintikierto hidastui ja kauppojen asiakkaat eivät löytäneet vapaita paikkoja. Pysäköintimaksujen poistaminen oli täten enemmän haitallista kaupoille ja kokeilu lopetettiin. Tällä hetkellä Oslon keskustan elinvoimaisuutta pyritään lisäämään hankkeella, jossa Oslon ydinkeskustasta tehdään vuoteen 2019 mennessä täysin autoton. (Oslo 2017) Muista kaupungeista on samanlaisia esimerkkejä. Esimerkiksi Lontoossa ja Madridissa on käytössä erittäin korkeat pysäköintimaksut keskusta-alueilla (jopa 7 e/h) eikä kaupoilla silti ole ongelmia elinvoimaisuuden kanssa. Tutkimuksien mukaan pysäköinnin tarjonnan ja keskusta-alueiden kauppojen elinvoimaisuuden välillä ei ole huomattu korrelaatiota. (COST 2005) Kaupunkien elinvoimaa voitaisiinkin lisätä tekemällä kaupunkikeskustoista viihtyisämpiä lisäämällä esimerkiksi viheralueita ja kävelykatuja pysäköintipaikkojen sijaan. Kaupunkikeskustojen viihtyvyyden lisäämisellä saadaan ihmiset viettämään siellä enemmän aikaa ja tekemään keskustassa asioimisesta viihtyisämpää ja elämyksellisempää kuin esimerkiksi automarketeissa asioimisesta.

Asukaspysäköinnin kustannukset ovat yhteydessä asuntojen hintoihin ja vuokriin (Willson & Shoup 2014, s. 118; Litman 2016). Usein asuntotontin toteuttaja siirtää asuintontille määrättyjen pysäköintipaikkojen toteuttamiskustannukset asunto-osakkeiden hin-

taan. Kustannukset siirretään asunto-osakkeiden hintoihin myös silloin kun pysäköintipaikat osoitetaan tontin ulkopuolelta, esimerkiksi pysäköintilaitoksesta. Tällöin pysäköintipaikkojen toteuttamisesta maksavat kaikki asunto-osakkeita ostavat, riippumatta siitä käyttävätkö he pysäköintipaikkoja. Toinen yleinen käytäntö on autopaikkojen myyminen osakkeina. Autopaikkojen osakkeet hinnoitellaan kuitenkin yleensä alle toteuttamiskustannusten, sillä rakennuttajat pelkäävät autopaikkojen jäävän myymättä korkeammalla hinnalla. Tällöin toteuttamiskustannusten ja markkinahinnan erotus siirretään kaikkien asunto-osakkeiden hintaan, jolloin myös autopaikkaosakkeita ostamattomat osallistuvat autopaikkojen kustannuksiin. (Oasmaa et al. 2009)

Autopaikkojen vaikutus asuntojen hintaan on ongelmallista kahdestakin syystä. Ensinnäkin autopaikkojen kustannusten kohdistuminen kaikille asunto-osakkaille ei tue ”käyttäjä maksaa”-periaatetta (Litman 2016). Toiseksi autopaikoista aiheutuvat kustannukset nostavat asumisen hintaa, mikä voi olla ongelmallista erityisesti keskusta-alueilla, joissa asuminen on jo valmiiksi kallista. Tiiviillä keskusta-alueella ei myöskään ole tilaa rakentaa edullisia maantasoratkaisuja, vaan pysäköintipaikat joudutaan toteuttamaan kalliimpina ratkaisuin, mikä nostaa edelleen asuntojen hintaa (Helsingin kaupunki 2014). Lisäksi pysäköintipaikkojen korkea hinta vaikuttaa eniten pienituloisiin, sillä pienituloisten asumiskustannusten osuus tuloista on huomattavasti suurempi kuin muilla (Tilastokeskus 2013; Litman 2016). Asumiskustannusten kasvaminen keskusta-alueilla voi johtaa siihen, että pienituloiset joutuvat muuttamaan halvemmille asuinalueille. Tämä johtaa alueiden eriarvoistumiseen, joka ei ole kaupunkisuunnittelussa toivottava ilmiö.

Asukaspysäköintipaikan ja asunnon hintojen erottamiseen ei ole löydetty yhtä pätevää ratkaisua. Velvoiteautopaikoista luopuminen ja hankekohtaiseen arviointiin siirtyminen voisi helpottaa autopaikan ja asunnon kustannusten erottamista. Hankekohtaisessa arvioinnissa asuntojen rakennuttaja saisi tarkemman arvion autopaikkojen todellisesta tarpeesta, jolloin autopaikkoja voitaisiin rakentaa määrä, joka vastaa todennäköisemmin kysyntää. (Litman 2016) Jos autopaikkoja toteutettaisiin vain kysyntää vastaava määrä, voisi niiden myyntihinta olla myös todellinen rakennuskustannusten hinta, sillä rakennuttajalla ei olisi yhtä suurta pelkoa autopaikkojen myymättä jäämisestä kuin tällä hetkellä. Tällöin autopaikan ostaja maksaisi autopaikan kokonaiskustannuksen eikä muiden asukkaiden tarvitsisi maksaa autopaikoista, joita he eivät käytä. Hankekohtaiseen ennustamiseen tai autopaikkannormien pienentämiseen voitaisiin myös yhdistää kaavoituksessa tilanvaraukset esimerkiksi pysäköintitontille tai pysäköintiluolalle tulevaisuudessa mahdollisesti kasvavalle autopaikkatarpeelle (Oasmaa et al. 2009). Muita asunnon ja autopaikan hinnan erottamisen keinoja ovat esimerkiksi asukaspysäköinnin keskittäminen kaupungin tai yksityisen pysäköintioperaattorin omistamaan pysäköintilaitokseen (Oasmaa et al. 2009; Brandt & Lindeqvist 2016). Näitä menetelmiä ei käsitellä tässä tutkimuksessa laajemmin.

Autopaikoista aiheutuvia kustannuksia voidaan pienentää myös rakentamalla vähäautoisia tai autottomia taloja ja kortteleita (Oasmaa et al. 2009; Litman 2016). Keravalle on

rakennettu yksi autoton talo, jossa on Lumo-yhtiön vapaarahoitteisia vuokra-asuntoja. Autoton talo sijaitsee Keravan keskustassa noin 600 metrin kävelymatkan päässä Keravan rautatieasemalta. Autopaikkojen sijaan kohteessa on panostettu polkupyörien säilytys- ja huoltotiloihin. (Kojamo 2013) Myös esimerkiksi Tampereelle ja Helsinkiin on rakennettu autottomia taloja (Aamulehti 2016). Autottomat asunnot ovat olleet pääasiassa vuokra-asuntoja, sillä vuokra-asunnoissa autonomistusaste on yleensä pienempi kuin omistusasunnoissa.

Autottomia taloja rakennettaessa tulee kuitenkin varmistua siitä, että valitut asiakkaat ovat valmiita sitoutumaan autottomuuteen. Esimerkiksi Helsingin Kalasatamaan valmistuneessa autottomassa talossa autottomuus ei toteutunut, vaan asiakkaat pysäköivät autojaan esimerkiksi tilapäiselle rakennustyömaan pysäköintialueelle (Helsingin uutiset 2013). Asukaspysäköintipaikkojen puuttumisesta tulisi siis ilmoittaa selvästi tuleville asukkaille ja asukkailla pitäisi olla myös mahdollisuus kieltäytyä asunnon vastaanottamisesta menettämättä jonotuspaikkaansa, jos autoton asunto on esimerkiksi kaupungin vuokra-asunto. Alueella ei tulisi myöskään olla sellaista pysäköintitilaa, jota voitaisiin helposti käyttää autojen pitkäaikaiseen säilyttämiseen asukaspysäköintipaikkojen sijaan.

Asukaspysäköinnin kustannuksia voidaan pienentää myös tehostamalla pysäköintipaikkojen käyttöä. Pysäköinnin tehostamiseen liittyviä keinoja on käsitelty luvussa 5.6.

4.3 Asukaspysäköinti Keravalla

Keravalla asukaspysäköinti on toteutettu pääasiassa kiinteistöjen omille tonteille. Useimmiten asukaspaikat ovat lämpötolpallisia maantasopaikkoja (kuva 12).



Kuva 12: Lämpötolpallisia maantasopaikkoja asuinkiinteistön tontilla Keravalla.

Joidenkin kiinteistöjen asukaspysäköintipaikkoja on keskitetty pysäköintialueille tai pysäköintilaitoksiin. Keskitettyä asukaspysäköintiä on erityisesti tiheimmin asutetulla Keravan keskustan alueella. Asemakaavassa asukkaiden pysäköintialueet ovat merkittyinä LPA-alueiksi. Kuvassa 13 on esimerkki LPA-alueista asemakaavassa.



Kuva 13: LPA-alueita Savion kaupunginosassa, ote asemakaavasta.

Taulukossa 2 on esitetty Keravan kaupungin käyttämät pysäköinnin laskentaohjeet asukaspysäköintipaikoille. Keravalla voidaan käyttää laskentaohjeiden noudattamisessa asemakaavahankkeiden yhteydessä tapauskohtaista harkintaa, eli laskentaohjeista voidaan poiketa perustelluista syistä. Lisäksi Keravan rakennusjärjestyksessä määrätään rakennettavaksi vähintään 1,5 autopaikkaa asuntoa kohden, mikäli asemakaavassa ei toisin määrätä. (Keravan kaupunki 2010; Keravan kaupunki 2016a; Keravan kaupunki 2016b)

Taulukko 2: Keravan asukaspysäköinnin laskentaohjeet.

Keskustatoimintojen alue	Kerrostalovaltainen asuntoalue	Asuntoalue	Rivi- ja pientalo-alue
1 ap/120 k-m ²	1 ap/100 k-m ²	1 ap/85 k-m ²	1,5-2 ap/as

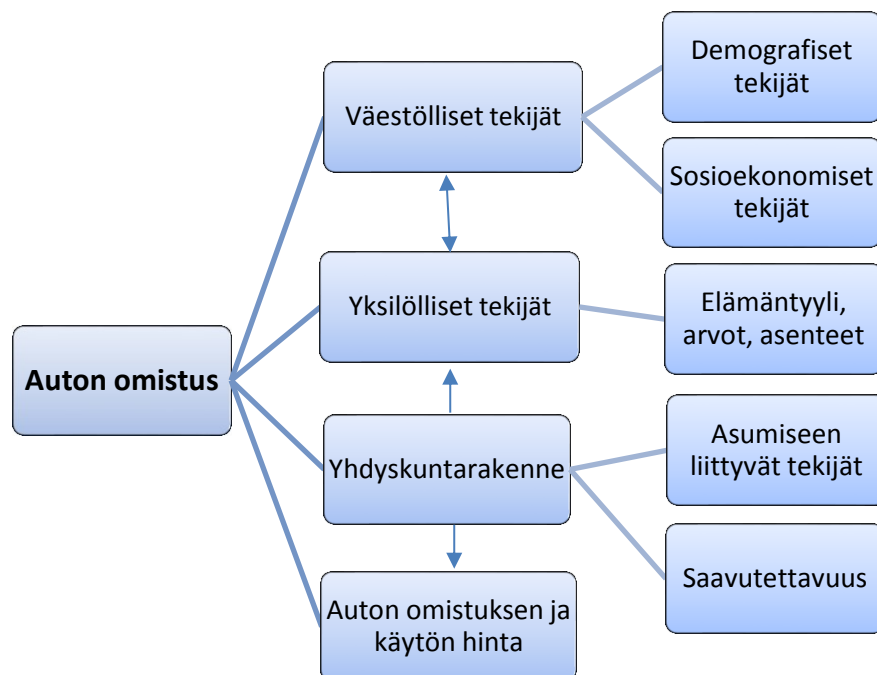
Keravan kaupungilla ei ole käytössä asukaspysäköintijärjestelmää, eikä kadunvarsilla tai yleisillä pysäköintialueilla tai -laitoksissa pysäköintimaksuja. Pysäköintiä on rajattu osassa alueista aikarajoituksin. Keskusta-alueella kadunvarsipaikat ovat pääasiassa 30–60 minuutin aikarajoituksella, mutta myös 2–4 tunnin aikarajoituksellisia paikkoja on olemassa. Suurimmassa osassa keskustan pysäköintilaitoksista on 2 tunnin aikarajoitus. Pysäköinnin maksullisuudesta keskusta-alueella on käyty keskustelua, mutta päätöksiä aiheeseen liittyen ei ole vielä tehty.

5. ASUKASPYSÄKÖINNIN TARVE

5.1 Auton omistukseen vaikuttavat tekijät

Asukaspysäköinnin tarve syntyy asunnossa asuvasta asukkaasta, joka on ajoneuvon omistaja tai haltija. Tästä johtuen asukaspysäköinnin tarvetta selvitetessä on tutkittava, mitkä tekijät vaikuttavat auton omistukseen. Tarve omistaa auto johtuu puolestaan useimmiten tarpeesta tai halusta liikkua käyttäen autoa. Auto voidaan omistaa myös esimerkiksi täysin harrastemielessä, eli auton pääasiallinen tarve ei tällöin ole liikkumistarpeen tyydyttäminen. Tässä tutkimuksessa auton omistamista kuitenkin lähestytään kulkuneuvon näkökulmasta.

Auton omistamiseen vaikuttavat useat tekijät. Autoa käytetään kulkuvälineenä, ja auto tarjoaakin mahdollisuuden liikkua melko nopeasti ja vapaasti. Julkisten liikenneyhteysien puuttuessa tai niiden ollessa palvelutasoltaan huonoja, auto on usein ainoa mahdollinen kulkumuoto liikuttaessa kohtuullisia kävely- ja pyöräilymatkoja pidempiä matkoja. Autolla liikkumiseen liittyy myös tietynlainen vapaus, sillä autolla ei tarvitse odottaa julkisten liikenteen vuoroja tai miettiä mahdollisia kulkuneuvojen vaihtoja. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa täten merkittävästi ihmisten liikkumiseen. Ihmisten liikkumismääriin ja -tapoihin vaikuttavat yhdyskuntarakenteen lisäksi myös ihmisten ominaisuudet sekä totumukset ja elämäntavat. (Kytä & Kahila 2008) Kuvassa 14 on havainnollistettu auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 14: Auton omistukseen vaikuttavat tekijät.

Väestölliset tekijät voidaan jakaa demografisiin ja sosioekonomisiin tekijöihin, ja näitä käsitellään seuraavassa luvussa 5.2. Yhdyskuntarakenteella tarkoitetaan fyysistä ja toiminnallista kokonaisuutta, joka muodostuu asunto-, työpaikka-, asiointi- ja virkistysalueista ja niitä yhdistävistä liikenneväylistä ja teknisistä järjestelmistä (Suomen ympäristökeskus 2013). Yhdyskuntarakenne vaikuttaa alueiden ja eri toimintojen, kuten palveluiden ja työpaikkojen, saavutettavuuteen. Lisäksi yhdyskuntarakenne vaikuttaa asumiseen liittyviin tekijöihin, kuten tietyn alueen asuntotyyppeihin ja asumistiheyteen. Nämä tekijät ovat yhteydessä liikkumiseen ja auton omistukseen ja niitä käsitellään luvussa 5.3.

Liikkumisvalintoja ei voida selittää ainoastaan väestöllisillä ja alueellisilla ominaisuuksilla, sillä niihin vaikuttavat myös ihmisten yksilölliset asenteet, arvot ja liikkumistavat. Asenteilla voi olla erittäin suuri merkitys liikkumiseen, sillä monissa tutkimuksissa on huomattu niin sanottu ”*self selection-ongelma*”, eli ei voida olla varmoja siitä, johtuvatko eri alueiden liikkumiserot yhdyskuntarakenteen eroista vai siitä, että asenteeltaan tietynlaiset ihmiset ovat asettuneet asumaan erilaisille alueille. (Kytä & Kahila 2006; Acker & Witlox 2010) Auto on kulkuneuvon lisäksi myös asia, jonka omistamiseen voi liittyä tunneperäisiä asioita ja esimerkiksi harrastuksia. Auton omistamista ei täten aina voida perustella vain tarpeella käyttää autoa kulkuneuvona. Tämän vuoksi ihmiset voivat omistaa autoja, vaikka vaihtoehtoiset kulkumuodot olisivat jopa paremmat liikkumiseen. Auto voidaan omistaa myös tiettyä matkatarkoitusta varten, vaikkei autolle olisi päivittäistä tarvetta. Moni kokee tarvitsevänsä autoa esimerkiksi mökkimatkoille tai muille pidemmille kotimaanmatkoille (Brandt & Lindeqvist 2016).

Auton omistukseen liittyy auton tarpeen lisäksi myös autoilun kustannukset (Brandt & Lindeqvist 2016). Auton hankintahinta on usein iso investointi, sillä keskihinta uudella autolla Suomessa on 32 000 euroa (Helsingin sanomat 2016). Investoinnin suuruudesta kertoo se, että Tilastokeskuksen (2017b) mukaan palkansaajien mediaaniansio on Suomessa 2 963 euroa kuukaudessa eli noin 36 000 euroa vuodessa. Auto aiheuttaa hankintahintansa lisäksi myös muita kustannuksia, kuten käyttö- ja huoltokustannuksia sekä esimerkiksi veroista ja vakuutuksista aiheutuvia kustannuksia. HSL:n (2017b) mukaan kaikki auton kustannukset huomioitaessa (myös auton arvon alentuminen ja pääomakustannukset) autoilun hinta on noin 0,41 e/km ja Pöllänen et al. (2015) mukaan noin 0,28 e/henkilökilometri. Suomessa autolla ajetaan keskimäärin 18 000 kilometriä vuodessa, jolloin autoilun kokonaiskustannus on yli 7000 euroa (HSL 2017b). Pöllänen et al. (2015) mukaan kotitalouksien liikenteeseen kohdistuneesta kulutuksesta jopa 80 % käytetään henkilöautoiluun. Auton käyttäminen liikkumisvälineenä edellyttää myös ajokortin hankintaa. Suomessa henkilöauton ajamiseen vaadittavan B-ajokortin voi hankkia 18 vuotta täyttänyt henkilö, ja ajokortti maksaa tällä hetkellä keskimäärin 2000 euroa (Talouselämä 2016).

Myös pysäköinnin hinta voi vaikuttaa auton omistukseen. Erityisesti keskusta-alueilla, joissa asukas-pysäköinti on järjestetty pysäköintihalleihin tai -luoliin, saattaa pysäköinnin hinta nousta niin korkeaksi, että se rajoittaa auton omistusta. Seya et al. (2016) tekemän tutkimuksen mukaan suurissa kaupungeissa pysäköinnin hinnan nousu voi lisätä autottomien kotitalouksien määrää ja ohjata kahden tai useamman auton talouksia yhden auton talouksiksi. Hinnan nousun ja auton omistuksen välinen suhde on kuitenkin melko heikko. Pysäköinnin hinnan ja auton omistuksen välistä suhdetta on usein vaikea tutkia, sillä ihmiset, jotka omistavat auton eivätkä ole valmiita maksamaan pysäköinnistä korkeaa hintaa, eivät välttämättä muuta kalliin pysäköinnin alueelle. Keskusta-alueelle muuttavan ja autosta luopuvan pääasiallinen syy autosta luopumiseen saattaa myös olla parantuneet kulkumahdollisuudet ilman autoa. Pysäköintipaikan ostamista tai vuokraamista ei voi myöskään pitää luotettavana merkinä auton omistuksesta, mikäli alueella on mahdollista pysäköidä auto esimerkiksi kadunvarsipaikalle. Toisaalta edulliseen hintaan tarjottavia autopaikkoja saatetaan asukkaiden toimesta ostaa tai vuokrata omaan vieraskäyttöön, vaikka autoa ei itse omistettaisikaan.

Seuraavissa luvuissa on esitelty tarkemmin auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi on pohdittu, miten auton omistus tulee muuttumaan tulevaisuudessa näiden tekijöiden muuttuessa. Tekijät ovat jaettu väestöön, asumiseen ja yhdyskuntarakenteeseen liittyviin tekijöihin. On huomattava, että vaikka tekijöitä tarkastellaan yksittäin, voivat ne vaikuttaa myös toisiinsa. Esimerkiksi asenteet voivat liittyä ihmisten väestöllisiin ominaisuuksiin, eli esimerkiksi tietyn ikäryhmän tai samassa tuloluokassa olevien ihmisten asenteet voivat olla samankaltaisia. Toisaalta yksilön arvot voivat ohjata esimerkiksi sitä, kuinka korkeasti yksilö haluaa kouluttautua. Kuten aiemmin mainittiin, ihmisten yksilölliset tekijät kuten arvot ja tottumukset voivat ohjata sitä, millaiselle alueelle ihminen muuttaa. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa huomattavasti autoilun kustannuksiin, sillä tiiviissä kaupunkirakenteessa auton pysäköintikustannukset ovat huomattavasti korkeammat kuin taajama-alueella.

5.2 Väestölliset tekijät

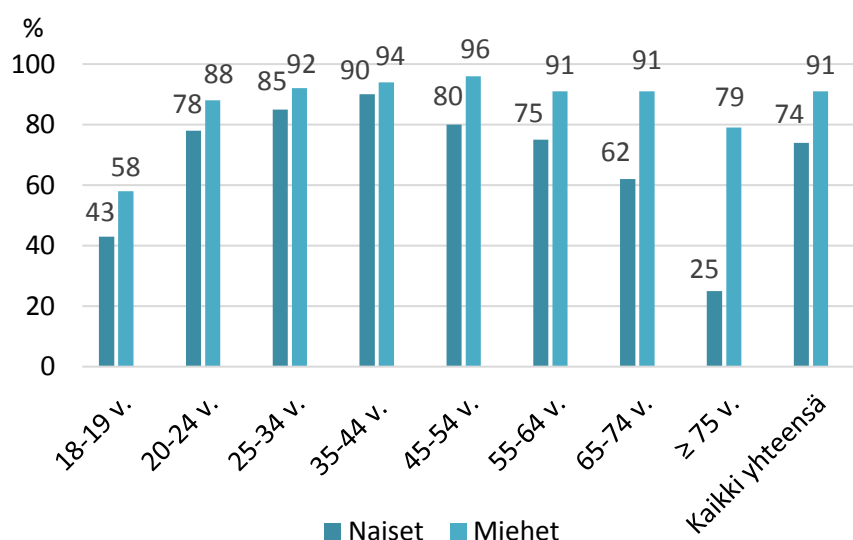
Useat väestöön liittyvät tekijät vaikuttavat vahvasti auton omistukseen (Acker & Witlox 2010; Anowar et al. 2015). Väestöön liittyvät tekijät voidaan jakaa sosioekonomisiin ja demografisiin muuttujiin (Acker & Witlox 2010). Demografiset muuttujat kuvaavat väestön rakennetta ja niitä ovat esimerkiksi ikä, sukupuoli ja siviilisääty. Sosioekonomiset muuttujat puolestaan kuvaavat yhteiskunnallisia ominaisuuksia, kuten koulutusta, ammattia ja tulotasoja. (Tilastokeskus 2002) Väestöllisiä tekijöitä voidaan tarkastella yksilön tai kotitalouden tasolla.

Yleinen auton omistusta selittämään käytetty väestöllinen muuttuja on kotitalouksien tulot (Dargay 2001; Dargay 2002; Whelan 2007; Clark 2009). Korkeampi tulotaso nostaa todennäköisyyttä omistaa auto ja lisää myös ajosuoritetta (Brandt & Lindeqvist 2016). Clarkin (2009) mukaan kotitalouksien tulot vaikuttavat auton omistukseen kahdesta

syystä. Ensinnäkin auton ostaminen ja ylläpito vaativat riittävää tulotasoa, ja toiseksi auto voidaan ostaa statussymboliksi kertomaan tulotasosta. Brandtin & Lindeqvistin (2016) mukaan tuloryhmien välillä olevat erot ajosuoritteissa ovat kuitenkin pienentyneet. Hyvätuloisilla voi olla enemmän tietoisuutta ympäristöasioista, mikä voi myös vaikuttaa myönteiseen asenteeseen autottomuutta kohtaan. (Anowar et al. 2015; Brandt & Lindeqvist 2016) Lisäksi erojen pienentyminen voi johtua siitä, että hyvätuloisilla on varaa asua keskusta-alueilla, joissa auton omistaminen ei ole yhtä tärkeää (Brandt & Lindeqvist 2016). Toisaalta Acker & Witlox (2010) kuitenkin argumentoivat, että hyvätuloisten ja korkeasti koulutettujen työpaikat sijaitsevat usein kaupunkien liikekeskustoissa, joka pidentää ihmisten työmatkoja ja lisää auton käyttöä työmatkaliikenteessä, jos tarjolla ei ole hyvää julkisen liikenteen palvelutasoa. Tämä voi pitää enemmän paikkaa muualla kuin Suomessa, sillä Suomen kaupungit ovat melko pieniä eikä suuria liikekeskustoja ole muodostunut.

Sosioekonomisista tekijöistä myös koulutustaso vaikuttaa auton omistukseen (Potoglou & Kanaroglou 2008). Koulutustaso on vahvasti yhteydessä tulotasoon. Esimerkiksi Suomessa vuonna 2016 perusasteen suorittaneiden palkansaajien kokonaisansion mediaani oli 2 607 euroa kuukaudessa, ylemmän korkeakouluasteen suorittaneiden 4 510 euroa ja tutkijakoulutusasteen suorittaneiden puolestaan 4 913 euroa (Tilastokeskus 2017d). Korkea koulutusaste indikoi täten keskimäärin korkeampia tuloja kuin matala koulutusaste.

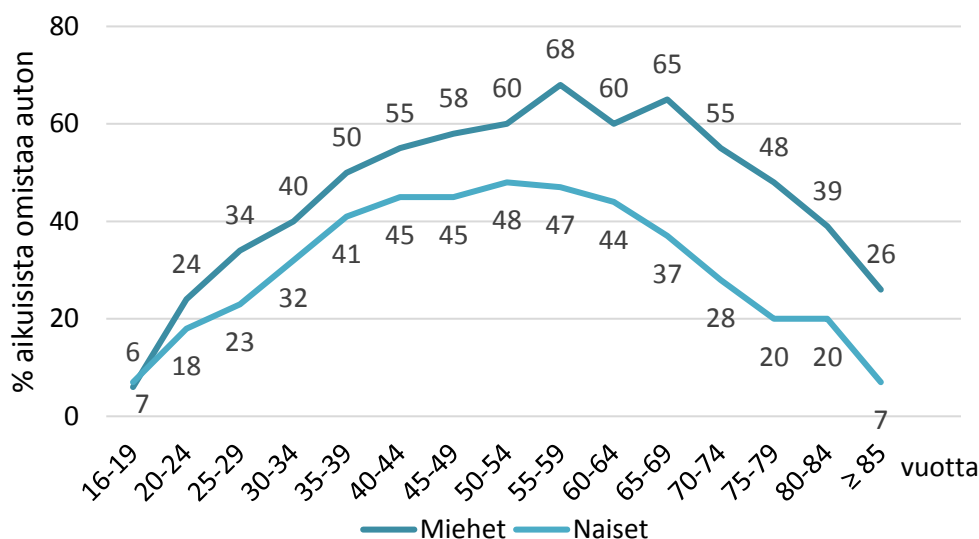
Auton omistamiseen vaikuttavia demografisia tekijöitä ovat puolestaan ikä ja sukupuoli (Acker & Witlox 2010; Anowar et al. 2015; Brandt & Lindeqvist 2016). Miehet omistavat ajokortin useammin kuin naiset (Kalenoja & Tiikkaja 2010; Brandt & Lindeqvist 2016) ja miesten on todettu omistavan myös auton useammin kuin naisten (Anowar et al. 2015; Brandt & Lindeqvist 2016). Kuvassa 15 on esitetty ajokortin omistusta Helsingissä iän ja sukupuolen mukaan.



Kuva 15: Helsingin seudun 18 vuotta täyttäneiden asukkaiden osuus, jolla on henkilöauton ajoon oikeuttava ajokortti (muokattu lähteestä HSL 2013).

Ajokortin omistuksessa sukupuolien välillä on eroa erityisesti yli 65 vuotiailla. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että naiset luopuvat ajokortista miehiä aiemmin ja toisaalta siitä, että naisten ajokortin hankinta on ollut aiemmin vielä vähäisempää, mikä näkyy nyt vanhemmissa ikäluokissa (Kalenoja & Tiikkaja 2010). Nuorten ajokortin hankinta on vähentynyt Suomessa, erityisesti suurilla kaupunkiseuduilla (Brandt & Lindeqvist 2016). Tähän vaikuttavat useat tekijät. Digitalisaation myötä kommunikointi ja ajanvietto ovat siirtyneet enemmän internetiin, mikä vähentää liikkumistarvetta. Kaupunkiseuduilla myös joukkoliikenteen hyvä palvelutaso ja lyhyet etäisyydet mahdollistavat autottoman elämäntavan. Lisäksi ajokortin hankinnan kalleus saattaa vaikuttaa siihen, että kaikilla nuorilla ei ole taloudellisia mahdollisuuksia hankkia ajokorttia. (Kalenoja & Tiikkaja 2010) Myös nuorison asenteet ajokorttia ja auton omistusta kohtaan ovat muutoksessa. Auto ei ole enää yhtä vahvasti vapauden ja sosioekonomisen aseman symboli kuin aiemmin. Myös nuorison kasvava ympäristötietoisuus ja kiinnostus terveellisiä elintapoja kohtaan voivat vähentää kiinnostusta auton omistusta kohtaan (Kalenoja & Tiikkaja 2010; Brandt & Lindeqvist 2016).

Iän vaikutus auton omistukseen mukailee ajokortin omistamisen yleisyyttä eri ikäluokissa. Auton omistaminen on suurinta keski-ikäisissä ikäluokissa ja vähenee selvästi yli 65 vuotiailla (Dargay 2002; Acker & Witlox 2010). Iän merkitys auton omistukseen vaihtelee kuitenkin hieman alueittain. Kuvassa 16 on esitetty auton omistusta iän ja sukupuolen mukaan Lontoossa. Helsingissä vuonna 2012 18–29 vuotiaista 36 %:lla oli auto, 30–44 vuotiaista 55 %:lla ja yli 45 vuotiailla 57 %:lla (Brandt & Lindeqvist 2016).

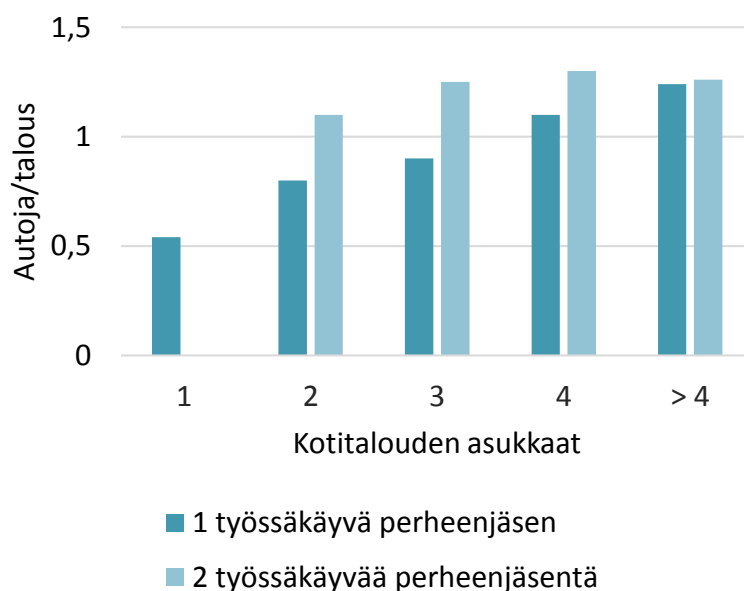


Kuva 16: Auton omistus Lontoossa iän ja sukupuolen mukaan (muokattu lähteestä Transport for London 2012).

KUUMA-kunnissa, joihin Keravakin kuuluu, on auton omistus yleisempää kuin Helsingissä. Erityisesti kahden tai useamman auton kotitalouksien määrä on huomattavasti kor-

keampi kuin Helsingissä. Toisaalta Keravan henkilöautotiheys on matalin KUUMA-kunnista. Alhaista henkilöautotiheyttä selittää ainakin Keravan hyvät kulkuyhteydet radanvarsikaupunkina. (Brandt & Lindeqvist 2016)

Sukupuolen ja iän lisäksi auton omistukseen vaikuttaa myös kotitalouden koko ja kotitaloustyyppi (Clark 2009; Acker & Witlox 2010). Kotitalouden koolla tarkoitetaan kotitaloudessa vakituisesti asuvien henkilöiden määrää ja tyypillä sitä, millaisia asukkaita kotitaloudessa asuu. Esimerkiksi Brandt & Lindeqvist (2016) käyttävät kotitaloustyypeistä jakoa yhden hengen talous (alle 65 vuotias), lapseton pari (alle 65 vuotiaat), kahden huoltajan lapsiperhe ja yli 65 vuotiaan tai vuotiaiden talous. Auton omistus on todennäköisempää suuremmissa kotitalouksissa, sillä aikuisten määrä kotitaloudessa lisää kotitalouden tuloja sekä lisää myös tehtyjen matkojen lukumäärää (Whelan 2007; Clark 2009). Kuvassa 17 on esitetty kotitaloukseen vaikutusta autojen lukumäärään Tampereella tehdyssä tutkimuksessa.



Kuva 17: Kotitalouden koon ja työssäkäyvien perheenjäsenten määrän vaikutus auton omistukseen Tampereella (muokattu lähteestä Kalenoja 2002, s. 17).

Erityisesti työssäkäyvien aikuisten määrä vaikuttaa auton omistukseen ja kotitalouden asukkaiden määrän kasvaminen lisää myös todennäköisyyttä omistaa useampi kuin yksi auto (Acker & Witlox 2010). Tämän takia esimerkiksi Whelan (2007) on käyttänyt auton omistuksen ennustamisessa tietoa työssäkäyvien osuudesta.

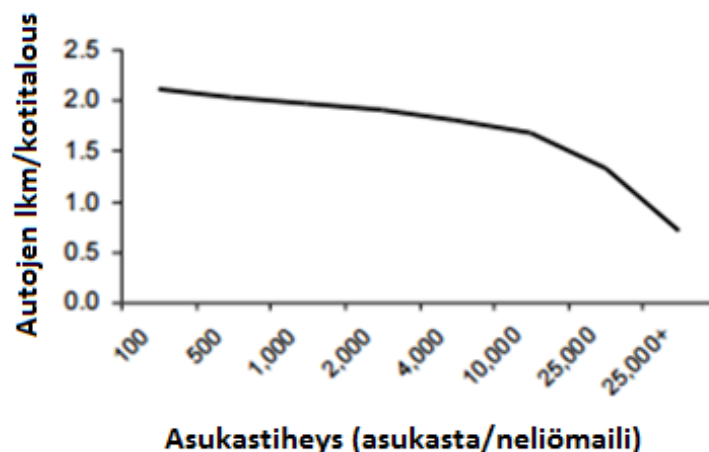
Myös kotitaloudet, joissa on lapsia, omistavat todennäköisemmin auton, sillä lasten kuljettaminen vaihtoehtoisilla kulkumuodoilla koetaan usein hankalaksi (Clark 2009). Anwar et al. (2015) mukaan erityisesti kotitalouden nuoret lapset (5-14 vuotiaat) lisäävät auton omistuksen todennäköisyyttä kotitaloudessa. Teini-ikäisillä lapsilla (yli 15 vuotiaat) ei havaittu olevan juurikaan merkitystä kotitalouden auton omistukseen, mikä johtuu

todennäköisesti siitä, että tämän ikäiset liikkuvat usein itsenäisesti esimerkiksi joukkoliikennettä käyttäen. Autojen omistuksen on havaittu olevan vähäisempää myös niissä kotitalouksissa, joissa on opiskelijoita (Anowar et al. 2015; Brandt & Lindeqvist 2016). Anowar et al. (2015) mukaan tämä selittyy opiskelijoiden alhaisen tulotason lisäksi myös sillä, että opiskelijat jakavat matkojaan usein ystävien tai perheenjäsenten kanssa, mikä vähentää opiskelijoiden tarvetta auton omistamiselle.

5.3 Yhdyskuntarakenne

Erilaisten väestöllisten tekijöiden lisäksi myös yhdyskuntarakenteelliset tekijät vaikuttavat ihmisten liikkumiseen sekä auton omistukseen ja käyttöön (Liikenne- ja viestintäministeriö 2002; Kyttä & Kahila 2006; Acker & Witlox 2010; Litman 2017). Yhdyskuntarakenteen ominaisuuksia, jotka vaikuttavat liikkumiseen, voidaan luokitella kolmeen ryhmään. Nämä ovat yhdyskuntarakenteen tiiviytteen (*density*), monipuolisuuteen (*diversity*) ja suunnitteluun (*design*) liittyviä tekijöitä (Cervero 2002; Acker & Witlox 2010).

Yhdyskuntarakenteen tiiviyn vaikutus auton omistukseen on laajalti tunnistettu (Acker & Witlox 2010). Tiiviisti rakennetuilla alueilla auton käyttö on vähäisempää ja muiden kulkumuotojen käyttö yleisempää. Tämä johtuu siitä, että tiiviillä alueella välimatkat ovat lyhempiä ja tarjolla on yleensä tiheä julkisen liikenteen verkosto. Hajanaisilla asuinalueilla eli esimerkiksi maaseudulla auton omistus on yleisempää kuin kaupungeissa (Dargay 2002; Litman 2006; Acker & Witlox 2010). Kuvassa 18 on esitetty autojen lukumäärän suhdetta asukastiheyteen.



Kuva 18: Asukastiheyden suhde auton omistukseen kotitalouksissa (muokattu Litman 2016, alkuperäinen lähde NPTS 1995).

Pelkkä asuinalueen tiiviys ei kuitenkaan välttämättä takaa autoilun vähenemistä (Kyttä & Kahila 2002). Yhdyskuntarakenteen monipuolisuus ja muiden kulkumuotojen hyvät käyttömahdollisuudet vaikuttavat Cerveron (2002) mukaan liikkumiseen enemmän kuin

pelkkä asuinalueen tiiviys. Myös Litmanin (2006, s. 30) mukaan asukkaat, joiden asuinalueilla on mahdollista käyttää eri kulkumuotoja sujuvasti, omistavat vähemmän autoja kuin autoriippuvaisilla alueilla asuvat asukkaat. Yhdyskuntarakenteen monipuolisuutta mitataan maankäytön sekoittumisella, eli esimerkiksi työpaikkojen ja asuntojen määrän suhteella (Acker & Witlox 2010).

Yhdyskuntarakenteen suunnittelu vaikuttaa myös ihmisten liikkumiseen ja auton omistukseen. Yhdyskuntarakenteen suunnitteluun liittyvät korttelien, asuntojen ja katujen suunnittelu (Acker & Witlox 2010). Pienet korttelit, rajoitettu asukaspysäköinti ja jalkakäytävät kannustavat Acker & Witloxin (2010) mukaan ihmisiä kävelemään ja pyöräilemään autoilun sijaan. Myös Willsonin (2015) ja Litmanin (2017) mukaan kävely- ja pyöräreittien määrä, laatu ja turvallisuus vaikuttavat myös auton käyttöön ja omistukseen. Litmanin (2017) mukaan alueilla, joissa on hyvä kävely- ja pyöräily-ympäristö, kävellään 2–4 kertaa enemmän ja ajetaan 5–15 % vähemmän autolla verrattuna autoriippuvaisiin alueisiin. Hyvä pyöräily- ja kävely-ympäristö muodostuu useista eri tekijöistä. Näitä ovat muun muassa pyörä- ja kävelyreittien verkostomaisuus, erilaisten alueiden ja palveluiden hyvä saavutettavuus reittejä pitkin, selkeästi merkityt omat tiet tai kaistat, turvalliset väylät ja tienylityspaikat sekä reittien viihtyvyys (Shinkle & Teigen 2008).

Myös joukkoliikenneyhteydet vaikuttavat auton käyttöön. Useissa tutkimuksissa on huomattu, että auton omistus ja käyttö ovat vähäisempää tiheiden julkisen liikenteen reittien läheisyydessä asuvilla (Litman 2006). Myös kävely- ja pyöräily-yhteyksien yhdistäminen joukkoliikennematkoihin vaikuttaa ihmisten halukkuuteen käyttää joukkoliikennettä. Niin sanottu ”*Bike-and-ride*” tarkoittaa pyöräilyn yhdistämistä joukkoliikennematkaan. Pyörä voidaan ottaa mukaan kulkuvälineeseen tai se voidaan jättää myös liityntäpysäköintiin. (Vaismaa 2014) Näin ollen myös liityntäpysäköinnin ja kulkureittien järjestäminen vaikuttaa ihmisten halukkuuteen käyttää joukkoliikennettä.

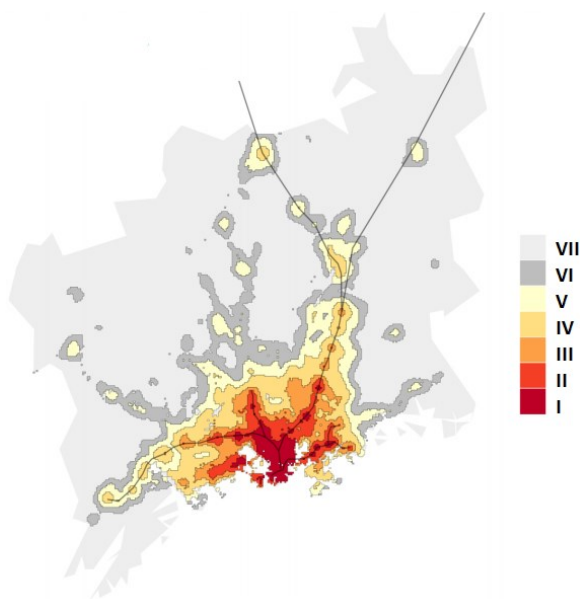
Auton omistukseen vaikuttavia yhdyskuntarakenteeseen liittyviä tekijöitä on tarkasteltu tarkemmin seuraavissa luvuissa, joissa tekijät on jaettu saavutettavuuteen ja asumiseen liittyviin tekijöihin.

5.3.1 Saavutettavuus

Saavutettavuus (*Accessibility*) on neljäs yhdyskuntarakenteen tärkeä ominaisuus yhdyskuntarakenteen tiiviyden, monipuolisuuden ja suunnittelun rinnalla (Acker & Witlox 2010). Saavutettavuudelle on olemassa useita määritelmiä. Tulikoura & Jäppinen (2012) määrittelevät saavutettavuuden kahden tekijän avulla. Nämä ovat tekijä, jota saavutetaan (esimerkiksi lähikauppa) ja tekijä, joka vaikuttaa saavuttamisen mahdollisuuteen (esimerkiksi olemassa olevat reittivaihtoehdot lähikauppaan). Saavutettavuutta voidaan tällöin parantaa lisäämällä tavoiteltuja tekijöitä tai parantamalla liikenneyhteyksiä, joiden avulla nämä tekijät voidaan saavuttaa. Guers & van Wee (2004) puolestaan määrittelevät saavutettavuuden maankäytön ja liikennejärjestelmän mahdollistamana yksilöiden tai ryhmien

mahdollisuutena saavuttaa toimintoja tai sijainteja. Guers & van Wee (2004) painottavatkin maankäytön ja liikenteen lisäksi myös ajallisten ja yksilöön liittyvien tekijöiden merkitystä saavutettavuudessa. Ajalliset tekijät, kuten vuorokaudenaika, vaikuttavat siihen, kuinka hyvin eri toiminnot ovat saavutettavissa. Liikenneyhteydet voivat olla erilaiset eri vuorokauden aikoina ja myös toimintojen aukioloajat vaihtelevat. Yksilölliset tekijät puolestaan vaikuttavat ihmisen tarpeisiin, fyysisiin kykyihin ja mahdollisuuksiin liikkua. Esimerkiksi liikkumistarpeet vaihtelevat iän ja elämäntilanteen mukaan ja liikkumismahdollisuudet muun muassa fyysisen kunnon ja tulotason mukaan.

Saavutettavuutta voidaan tutkia erilaisista näkökulmista, mutta selvittäessä saavutettavuuden vaikutusta auton omistukseen on oleellista alueellinen saavutettavuus. Alueellinen saavutettavuus on mittari, joka kuvaa alueen sijainnin ja liikenneyhteyksien tarjoamaa hyötyä kotitalouksille, yrityksille ja muille toimijoille (Somerpalo 2006). Saavutettavuutta voidaan tutkia absoluuttisena tai suhteellisena arvona. Absoluuttinen saavutettavuus on saavutettavuuden mittaamista absoluuttisen indikaattorin, kuten matka-aikojen, avulla. Suhteellisessa saavutettavuutta tutkittaessa puolestaan vertaillaan alueiden saavutettavuuden eroja. Kuvassa 19 on esimerkki suhteellisen saavutettavuuden kuvaamisesta HSL:n tuottamassa SAVU-mallissa. Alueiden saavutettavuutta voidaan tutkia kokonaisuutena, eli esimerkiksi tutkia yhteenlaskettuja saavutettavuusaleuita tai keskiarvoja. Lisäksi voidaan myös tutkia alueiden saavutettavuuden muutosta. (Somerpalo 2006)



Kuva 19: Pääkaupunkiseudun saavutettavuusvyöhykkeet SAVU-mallissa vuonna 2008 (HSL 2012).

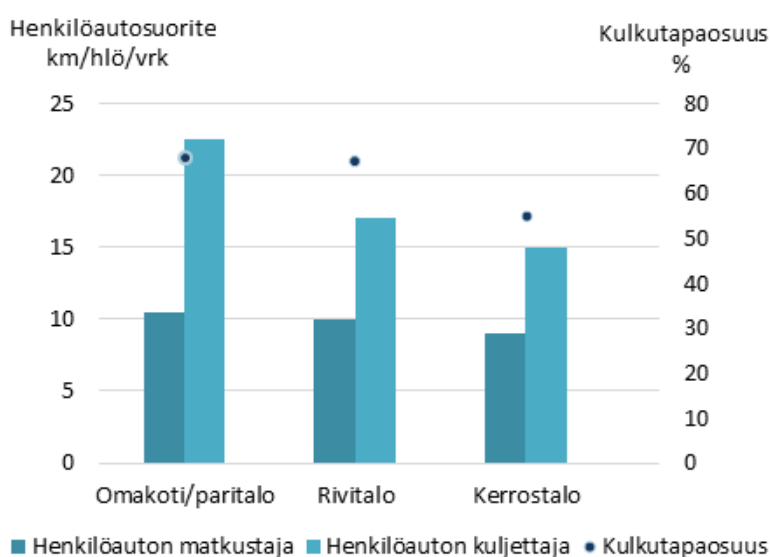
Esimerkiksi HSL:n tekemässä saavutettavuuden SAVU-mallissa alueet on jaettu seitsemään saavutettavuusvyöhykkeeseen alueiden ominaisuuksien ja asukasmäärän mukaan. Vyöhykkeet ovat suhteellisia, eli niillä ei ole absoluuttisia arvoja. Vyöhykkeellä I on paras saavutettavuus, eli vyöhykkeellä asuvan on mahdollista saavuttaa palvelut ja työpaikat kävellen, pyöräillen tai tiheällä joukkoliikenneyhteydellä ilman vaihtoja. Vyöhykkeellä

II palvelut ovat myös saavutettavissa hyvin kävellen, pyörällä sekä tiheällä joukkoliikenteellä ilman vaihtoja tai vaihdolla. Vyöhykkeillä III-IV palvelut ovat saavutettavissa autolla ja vaihdollisella joukkoliikenteellä. Vyöhykkeillä V-VI palvelut ovat saavutettavissa enää pääasiassa autolla ja vyöhykkeellä VII ainoastaan autolla. (HSL 2012)

Kuten aiemmin mainittiin, saavutettavuus muodostuu useasta tekijästä. Saavutettavuutta määriteltäessä voidaankin mitata yhden tai useamman tekijän ominaisuuksia (Guers & van Wee 2004). Saavutettavuustekijä vaikuttaa siihen, minkälaisen saavutettavuusindikaattorien avulla saavutettavuutta on mielekästä tutkia. Saavutettavuusindikaattoreista käytetyimpiä ovat potentiaalinen saavutettavuus ja päivittäissaavutettavuus. Potentiaalinen saavutettavuus tarkoittaa sitä, että kohteen houkuttelevuus kasvaa kohteen koon kasvaessa ja toisaalta myös vähenee matkavastuksen kasvaessa. Matkavastus tarkoittaa matkan houkuttelevuutta vähentäviä tekijöitä, kuten matka-ajan pidentymistä ja matkan hinnan nousua. Päivittäissaavutettavuus kuvaa puolestaan alueita, jotka voidaan saavuttaa esimerkiksi tietyn ajan puitteissa. Indikaattorin lisäksi tulee myös valita matkavastus- ja vetovoimatekijät, jotka vaikuttavat saavutettavuuteen. Vetovoimatekijöitä ovat esimerkiksi kohteiden ja väestön määrä. (Somerpalo 2006)

5.3.2 Asumiseen liittyvät tekijät

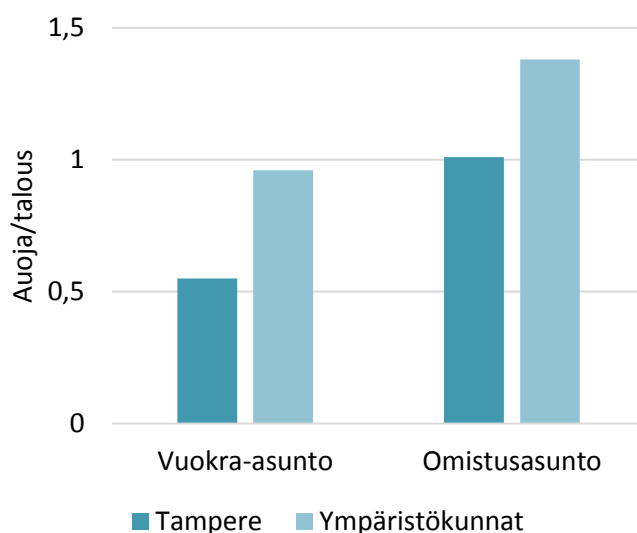
Asuminen on tärkeä osa yhdyskuntarakennetta. Väestöllisten tekijöiden lisäksi myös asumiseen liittyvät tekijät vaikuttavat auton omistukseen. Esimerkiksi asumismuoto vaikuttaa auton käytön määrään sekä auton omistuksen todennäköisyyteen (Kalenoja 2002; Brandt & Lindeqvist 2016). Asumismuodolla tarkoitetaan asumisen jakoa kerros-, rivijä omakoti- tai paritaloon. Kuvassa 20 on esitetty asumismuodon vaikutusta henkilöauton käyttöön.



Kuva 20: Henkilöauton käyttö asumismuodon mukaan (muokattu lähteestä Pastinen et al. 1999, Liikenne- ja viestintäministeriö 2002 mukaan).

Omakotitaloissa asuvat omistavat suurimmalla todennäköisyydellä auton ja kerrostaloissa asuvat pienimmällä todennäköisyydellä (Kalenoja 2002, s. 13; Liikenne- ja viestintäministeriö 2002; Potoglou & Kanaroglou 2008). Omakoti- ja rivitaloissa asuvat tekevät pidempiä matkoja henkilöautolla (matkojen pituutta kuvaa henkilöautosuorite) ja samoin henkilöauton kulkutapaosuus on omakoti- ja rivitaloissa korkeampi. Kulkutapaosuudella tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osuus kaikista matkoista tehdään tiettyä kulkumuotoa käyttäen. Henkilöauton korkeampaa käyttöastetta omakotitaloissa voi selittää muun muassa se, että omakotitaloissa asuvilla on usein korkeammat tulot kuin muissa asumismuodoissa asuvilla (Lankinen 2008). Lisäksi omakotitaloalueet sijaitsevat yleensä keskustojen ulkopuolisilla alueilla, joissa palveluiden saavutettavuus sekä julkisen liikenteen ja kävely- ja pyöräily-yhteydet eivät ole yhtä hyvät kuin keskusta-alueilla (Melkas & Ylitalo 2008). Kerrostaloissa myös kalliit pysäköintipaikat voivat vähentää halukkuutta omistaa auto.

Asunnon koko on myös vahvasti yhteydessä auton omistukseen. Auton omistus kasvaa asuntojen pinta-alan kasvaessa, eli suurissa asunnoissa omistetaan enemmän autoja kuin pienissä. Tämä liittyy todennäköisesti siihen, että suuremmissa asunnoissa asukkaiden tulotaso on korkeampi ja asukkaiden lukumäärä usein kasvaa asunnon koon kasvaessa (McChail 2016). Asumismuodon lisäksi myös asunnon hallintasuhteella on havaittu olevan vaikutus auton omistukseen (kuva 21). Omistusasunnossa auton omistus on todennäköisempää kuin vuokra-asunnossa. (Kalenoja 2002, s. 13; Litman 2006, s. 37–38)



Kuva 21. Autojen lukumäärä taloutta kohti asunnon hallintamuodon mukaan Tampereella ja ympäristökunnissa (muokattu lähteestä Kalenoja 2002, s. 13).

Esimerkiksi Tampereella omistusasunnoissa autoja on taloutta kohti lähes kaksinkertaisesti, sillä vuokra-asunnoissa autoja on noin 0,55 taloutta kohti ja omistusasunnoissa noin yksi auto taloutta kohti. Ympäristökunnissa ei ole huomattavissa yhtä suurta eroa. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että ympäristökunnissa autonomistusasaste on Tamperetta korkeampi.

5.4 Arvot ja asenteet

Väestöön ja alueen ominaisuuksiin liittyvien tekijöiden lisäksi myös monet muut tekijät vaikuttavat auton omistukseen. Näitä ovat muun muassa ihmisten arvot ja asenteet sekä muutokset esimerkiksi työelämässä, kulutuskäyttäytymisessä sekä liikkumistottumuksissa.

Erityisesti nuorten arvojen muuttuminen auton omistusta ja käyttöä kohtaan vaikuttavat tulevaisuuden matkustuskäyttäytymiseen. Monissa länsimaissa nuorten ajokortin hankinnan on huomattu vähentyneen. Ensimmäisenä vähentyminen huomattiin Ruotsissa ja Norjassa jo 1990-luvulla. Erityisen paljon nuorten ajokortin hankkiminen väheni Tukholmassa, jossa esimerkiksi vuonna 1997 vain 10 % 18 vuotiaista omisti ajokortin, kun vastaava luku Ruotsin pohjoisosassa sijaitsevassa Norrbottenissa oli 42 %. Nuorten ajokortin hankkimisen vähentymistä onkin alettu kutsua Tukholma-ilmiöksi. (Delbosc & Currie 2013; Aretun & Nordbakke 2014) Myös Suomessa ajokortin hankinta nuorten keskuudessa on vähentynyt hieman ja ajokortin omistaminen on todennäköisempää maaseutukunnissa kuin taajamakunnissa ja kaupungeissa, ja erityisesti Helsingissä ajokortin omistusaste on alhaisempi kuin muualla. (Löytty 2014) Nuorten ajokortin hankinnan vähentymiseen vaikuttavat useat tekijät. Kuvassa 22 on havainnollistettu nuorten ajokortin hankkimisen vähentymiseen liittyviä syitä.



Kuva 22: Nuorten ajokortin hankinnan vähentymiseen vaikuttavia tekijöitä (muokattu lähteestä Delbosc & Currie 2013).

Elämäntilanteella on merkittävä vaikutus nuorten ajokortin hankkimiseen ja siten myös auton käytön ja omistamisen todennäköisyyteen. Nuorten tarpeeseen omistaa ajokortti

vaikuttaa ensinnäkin niin sanottu pidentynyt nuoruus, joka tarkoittaa nuoruusajan pidentymistä muun muassa vanhempien luota pois muuttamisen, naimisiinmenon ja lasten hankinnan siirtyessä vanhemmalle iälle (Aretun & Nordbakke 2014). Ajoneuvon tarpeen on todettu olevan pienempi lapsettomissa kotitalouksissa, minkä takia lapsettomat henkilöt eivät koe välttämättä yhtä suurta tarvetta hankkia ajokorttia (Delbosc & Currie 2013; Aretun & Nordbakke 2014). Delbosc & Currien (2013) mukaan opiskelevat tai osa-aikaisesti työskentelevät nuoret omistavat ajokortin epätodennäköisemmin kuin kokoaikaisesti työskentelevät nuoret (Forward et al. 2010; Delbosc & Currie 2013). Esimerkiksi Isossa-Britanniassa kokoaikaisesti työskentelevistä nuorista 58 prosentilla on ajokortti, kun taas vastaava luku on opiskelijoilla ja osa-aikaisesti työskentelevillä 32 prosenttia (Delbosc & Currie 2013). Vanhempien luona asuminen voi vaikuttaa usealla tavalla nuoren halukkuuteen ja mahdollisuuteen hankkia ajokortti. Toisaalta vanhempien luona asuessa nuorella voi olla suurempi todennäköisyys käyttää vanhempien autoa, mikä saattaa motivoida ajokortin hankintaan. Vanhempien luona asussa asumiskulujen puuttuminen saattaa myös vapauttaa tuloja käytettäväksi myös ajokorttiin ja autoon. Toisaalta vanhempien luona asuminen voi indikoida myös nuoren vähävaraisuutta. (Delbosc & Currie 2013) Kotitaloudessa olevat autot ja ajokortilliset henkilöt voivat myös tarjota hyvät liikkumismahdollisuudet myös ajokortittomalle nuorelle, jolloin ajokortin hankintaa ei välttämättä koeta yhtä tarpeelliseksi.

Varallisuudella ja taloudellisella mahdollisuudella hankkia ajokortti voidaankin nähdä olevan suuri merkitys ajokortin ja auton hankintaan (Forward 2010; Delbosc & Currie 2013; Aretun & Nordbakke 2014). Ajokortin ja auton hankkimisen vähenemistä voivat selittää ainakin ajokortin hankintakustannuksen kasvaminen sekä autoilun kallistuminen. Ajokortin hankkiminen on tullut useassa maassa, mukaan lukien Suomessa, kalliimmaksi kuin ennen. Samoin autoilun kustannukset ovat nousseet. (Delbosc & Currie 2013; Brandt & Lindeqvist 2016) Esimerkiksi Häkkänen et al. (2003) tekemän tutkimuksen mukaan nuorten yleisin syy ajokortin hankkimatta jättämiselle oli autolla ajamisen kalleus.

Talouden epävarmat ajat, kuten vuonna 2008 alkanut taantuma, vaikuttavat eniten Forward et al. (2010) mukaan juuri nuorison halukkuuteen hankkia ajokortti ja auto, sillä nuoret ovat erityisen epävarmoja tulevaisuudestaan, esimerkiksi töiden saamisesta. Myös muuttunut kulutuskäyttäytyminen ja yksilölliset kulutusvalinnat voivat vaikuttaa halukkuuteen investoida ajokorttiin ja autoon. Ajokorttiin investoimista ei nähdä enää yhtä itsestään selvänä asiana kuin ennen, vaan ihmiset tekevät enemmän yksilöllisiä kulutusvalintoja. Nuorelle saattaa olla esimerkiksi tärkeää matkustella, jolloin suurikin osa käytettävissä olevasta varallisuudesta saatetaan käyttää matkustamiseen. (Aretun & Nordbakke 2014) Delbosc & Currien (2013) mukaan nuorten käyttämä raha asumiskustannuksiin on lisääntynyt. Myös maahanmuuttajataustaisten henkilöiden osuuden kasvaminen väestössä voi selittää nuorison matalampaa ajokortin hankkimisastetta, sillä maahanmuuttajataustaiset nuoret hankkivat ajokortin harvemmin kuin kantaväestöön kuuluvat nuoret. Myös autonomistusaste on maahanmuuttajilla huomattavasti alhaisempi, esimerkiksi

Helsingin seudulla autonomistusaste on 5-30 prosenttiyksikköä alhaisempi kuin kantaväestöllä (Brandt & Lindeqvist 2016). Tähän voivat vaikuttaa maahanmuuttajien keskimääräistä alempi tulotaso sekä kulttuuriset tekijät. (Sager & Bergmann 2008; Aretun & Nordbakke 2014) Kulttuuriset tekijät selittävät erityisesti naisten pienempää osuutta ajokorttilisistä, sillä osassa kulttuureista ei ole tyypillistä, että naiset hankkisivat ajokortin (Sager & Bergmann 2008).

Auton tarvetta vähentää myös asuminen tiiviillä kaupunkiseudulla hyvin julkisten, kävely- ja pyöräily-yhteyksien lähellä (Delbosc & Currie 2013). Erityisesti lapsettomien nuorten keskuudessa on alettu arvostamaan autotonta, niin sanottua urbaania elämäntapaa kaupunkikeskustoissa (Delbosc & Currie 2013; Aretun & Nordbakke 2014). Tähän vaikuttavat todennäköisesti parantuneet kävely- ja pyöräilyreitit, julkisen liikenteen parantunut palvelutaso sekä myös asennemuutokset. Aretunin & Nordbakken (2014) mukaan ajokortin ja auton hankintaa ei nähdä nuorison keskuudessa enää yhtä vahvasti itsenäisyyden symbolina tai siirtymäriittinä aikuisuuteen. Delbosc & Currie (2013) kuitenkin huomauttavat, että tutkimusten mukaan osalle nuorista auton hankkiminen symboloi yhä arvovaltaa. Häkkänen et al. (2003) tutkimuksessa saatiin samansuuntaisia tuloksia, sillä 20 % haastatelluista nuorista oli täysin samaa mieltä siitä, että ajokortin myötä he kokevat olevansa aikuisia. Osalle nuorista ajokortilla ja autolla on vielä vahva symbolinen merkitys.

Myös asenteet esimerkiksi kestävää kulutusta, ilmastonmuutosta ja terveellisiä elämäntapoja kohtaan voivat vaikuttaa halukkuuteen omistaa ajokortti ja auto (Aretun & Nordbakke 2014). Lampisen & Saarloun (2008) nuorille tekemässä tutkimuksessa 70 % nuorista oli sitä mieltä, että auton käyttö vaikuttaa ilmastonmuutokseen. Vain neljännes vastaajista kuitenkin sanoi huomioivansa ympäristöasiat liikkumisessaan. Samansuuntaisia tuloksia saivat myös Häkkänen et al. (2003), sillä heidän tutkimuksessaan ajokortin hankkivat kokivat autoilun vahingoittavan ympäristöä eniten. Vaikka nuoriso on kiinnostunut vihreistä arvoista, ei se ainakaan vielä näy selvästi heidän kulutusvalinnoissaan. On täten vaikea arvioida, millainen merkitys näillä arvoilla on todellisuudessa auton omistukseen.

Sosiaalisen median ja digitalisaation merkitys viestinnässä ja sosiaalisessa kanssakäymisessä on kasvanut merkittävästi. Siitä, kuinka viestinnän digitalisoituminen vaikuttaa liikumistarpeeseen, ei ole kuitenkaan vielä tarpeeksi tietoa. Eräiden tutkimusten mukaan internetin välityksellä tapahtuva e-kommunikointi korvaisi kasvokkain tapahtuvaa kommunikointia, kun taas eräiden tutkimusten mukaan e-kommunikoinnin lisääntyminen lisää myös kasvokkain tapahtuvaa kommunikointia. Vaikka liikkumistarpeet eivät vähenisi e-kommunikoinnin takia, on mahdollista, että auton kulkutapaosuus pienenee, sillä esimerkiksi julkinen liikenne mahdollistaa sosiaalisen median käytön myös matkan aikana. (Delbosc & Currie 2013; Aretun & Nordbakke 2014) Toisaalta automaation kehittyminen ja robottiautot voivat mahdollistaa tulevaisuudessa sosiaalisen median käytön myös henkilöauton kuljettajalle. Digitalisaation ja automatisaation vaikutuksia auton omistukseen on käsitelty tarkemmin seuraavassa luvussa.

5.5 Liikenteen uudet palvelut ja auton omistus tulevaisuudessa

Liikkuminen ja liikenne ovat isojen muutosvoimien kohteena. Digitalisaation ja jakamistalouden kehittyminen mahdollistavat muun muassa liikenteen automatisaation ja liikenteen palvelullistamisen. Automatisoidut autot, uudet liikennemuodot, liikenteen palvelumallit ja jakamistalouteen perustuvat palvelut tulevat muokkaamaan ihmisten liikkumistottumuksia ja -tarpeita tulevaisuudessa. Liikkumistottumusten muutos ja muutokset auton omistamisessa vaikuttavat myös pysäköintipaikkojen ja -tilan tarpeeseen.

Liikenteen palvelullistamista kutsutaan termillä liikenne palveluna (*Mobility as a Service, MaaS*). Liikenne palveluna- käsitteelle ei ole vakiintunutta määritelmää, mutta sillä tarkoitetaan matkojen ja kulkumuotojen yhdistämistä joustavan, luotettavan ja ympäristöystävällisen matkustamisen mahdollistamiseksi. MaaS:issa käyttäjä voi käyttää joustavasti erilaisia liikkumispalveluita esimerkiksi kuukausimaksulla. MaaS:iin liittyvät muun muassa älyliikenne, uudet teknologiat, digitalisaation mahdollistama ajantasainen matkustaja- ja reitti-informaatio sekä muutokset yksityisten ja julkisten organisaatioiden rooleissa matkaketjuissa. (Liikennevirasto 2015; HSL 2017b) Esimerkiksi Helsingissä toimiva yritys Whim tarjoaa MaaS-palvelua. Whim myy erilaisia liikkumispaketteja, joissa kuukausihinnalla saa käyttöönsä tietyn määrän esimerkiksi taksimatkoja, joukkoliikennettä ja vuokra-auton käyttöä (Whim 2017). Tulevaisuudessa MaaS-palveluihin voi liittyä myös jakamistalouden mahdollistamat palvelut, kuten kimpakyytipalvelut. Esimerkiksi taksipalveluita tarjoava Uber tai tavarankuljetusta tarjoava PiggyBaggy ovat esimerkkejä jakamistaloutta hyödyntävistä yrityksistä. Näissä palveluissa lähes kuka tahansa voi ryhtyä taksin- tai tavarankuljettajaksi.

Automatisoidut autot eli robottiautot ovat tietokoneen ohjaamia, itsenäiseen liikkumiseen kykeneviä ajoneuvoja (Bierstedt et al. 2014). Moni autonvalmistaja on kehittänyt automatisoituja autoja sekä testannut niitä liikenteessä. Esimerkiksi Googlen kehittämä (nykyisin Waymo-yrityksen omistama) täysautomatisoitu robottiauto on ajanut jo yli 4 miljoonaa kilometriä muun liikenteen seassa (Waymo 2017). Vielä on kuitenkin epäselvää, missä määrin täysin automatisoidut autot yleistyvät kuluttajien käyttöön ja kuinka nopeasti (Brandt & Lindeqvist 2016).

Robottiautojen vaikutus auton omistukseen riippuu pitkälti siitä, yleistyvätkö ne korvaamaan yksityiskäytössä olevia henkilöautoja vai yleistyykö niiden käyttö yhteiskäyttöautoina. Yksityisten henkilöautojen korvaajina robottiautot saattavat jopa lisätä auton omistusta. Robottiautot vapauttavat henkilöauton kuljettajan ajamisesta, jolloin matka-aika voidaan käyttää esimerkiksi työntekoon. Tämä saattaa lisätä henkilöauton käyttöä esimerkiksi pidemmällä työmatkoilla, kun työnteko mahdollistuu julkisen liikenteen lisäksi myös henkilöautoissa. Ihmiset saattavat myös muuttaa kaupunkikeskustoista kauemmaksi, mikä myös lisää matkojen pituutta ja lukumäärää. (Bierstedt et al. 2014; Innamaa et al. 2015). Automatisoidut autot myös mahdollistavat autoilun niille, jotka ovat haluttomia tai kykenemättömiä ajamaan itse. Esimerkiksi vanhukset saattavat omistaa auton

kauemmin tai auton saattavat hankkia myös ne, jotka pelkäävät itse ajamista. (Bierstedt et al. 2014; Innamaa et al. 2015) On kuitenkin huomattava, että tämä vaatii autoilta täyttä automaatiota, johon ei kuluttajaliikenteessä päästä vielä pitkään aikaan. Aiheeseen liittyy myös paljon selvittämättömiä lakiasioita, joten automatisoitujen autojen vaikutusta auton omistukseen tulevaisuudessa on hyvin vaikea ennustaa. Automatisoidut autot tulevat olemaan hyvin kalliita ainakin aluksi yleistyessään, mikä voi myös vähentää auton omistusta ja lisätä joukkoliikenteen käyttöä. (Bierstedt et al. 2014)

Robottiautot saattavat toisaalta vähentää auton omistusta yleistyessään yhteiskäyttöautoina. Automatisoitua yhteiskäyttöautoa ei tarvitsisi noutaa tietyistä paikkaa, vaan auto voisi ajaa itsenäisesti kyytiä tarvitsevan luokse. Myöskään esimerkiksi pysäköinnistä määränpäässä ei tarvitsisi huolehtia. Automatisoiduissa yhteiskäyttöautoissa voi myös yhdistyä kimppekyyti-palvelut, sillä kyytejä voitaisiin myös yhdistellä samaan määränpäähen menevien kesken. Erityisesti jaettujen kyytien yleistyminen voi vähentää auton omistamisen tarvetta tulevaisuudessa. OECD:n (2015) mukaan keskuskuuren eurooppalaisen kaupungin liikennemäärä voitaisiin järjestää jopa 80–90 % pienemmällä henkilöautomäärällä, jos käytössä olisi jaetut kyydit robottiautoilla. Vaikka robottitaksi saattaakin kuulostaa utopialta, niin esimerkiksi jakamistalouteen perustava taksisyhtiö Uber on ilmoittanut aikovansa ostaa Volvolta 24 000 robottiautoa (The Guardian 2017). Jaetuilla automatisoiduilla autoilla voi olla täten merkittävä vaikutus auton omistukseen ja autojen lukumäärään tulevaisuudessa, mutta määriä on hyvin vaikea arvioida tarkemmin. (OECD 2015; HSL 2015) Yhteiskäyttöautojen vaikutusta auton omistukseen on käsitelty tarkemmin luvussa 5.6.

Timo Liljamo (2017) on toteuttanut diplomityössään suomalaisille kyselytutkimuksen liittyen asenteisiin robottiautoja kohtaan. Kyselyyn vastanneista yli 60 % suhtautui robottiautoihin myönteisesti. Tutkimuksessa selvitettiin myös sitä, kuinka paljon henkilöauton käyttö olisi houkuttelevampaa, jos kuljettajan ei tarvitsisi ajaa itse. Noin 40 % vastasi liikkuvansa henkilöautolla enemmän, mikäli ajon aikana voisi tehdä muutakin kuin ajaa, ja 37 % vastasi liikkuvansa henkilöautolla enemmän, mikäli kuljettajan ei tarvitsisi olla ajokunnossa. Tutkimuksessa vertailtiin myös oman robottiauton ja robottitaksin houkuttelevuutta. Oman robottiauton oletettiin olevan aina käytössä ja robottitaksin olevan käytössä seitsemän minuutin viiveellä. Molempien käyttökustannukset oletettiin samansuuruisiksi, mutta omaan robottiautoon tulisi keskimäärin 2 000 euron lisäkulut käyttökustannusten lisäksi. Vastaajista 34 % valitsisi oman robottiauton ja 66 % robottitaksin. Tutkimuksen perusteella suomalaisten liikkuminen lisääntyisi todennäköisesti robottiautojen myötä, mutta suurin osa olisi kiinnostunut ensisijaisesti robottitakseista oman auton omistamisen sijaan, mikäli robottitaksin kustannukset olisivat matalammat.

Digitalisaatio muokkaa myös kulutus- ja työskentelytapoja. Etätöiden, sähköisten palveluiden ja verkkokaupan yleistyminen voivat vähentää matkustustarvetta (Pöllänen et al. 2013). Päivittäistavaraostokset voi nykyään ostaa verkkokaupasta ja useat kaupat tarjoavat ostoksille kotiinkuljetusta. Esimerkiksi S-ryhmän tarjoamassa Alepan Kauppakassi

palvelussa ruokaostokset voi tehdä verkkokaupasta ja ne toimitetaan 2–8 tunnin toimitusajalla pääkaupunkiseudulle (Foodie 2017). Vaikka verkkokaupan laajentuminen saattaa-kin lisätä verkkokaupasta tehtävien ostosten määrää, voivat ihmiset silti käydä katso-massa ja testaamassa tuotteita kaupassa ennen verkkokaupasta tehtäviä ostoksia, jolloin matkustussuorite ei välttämättä juurikaan vähene.

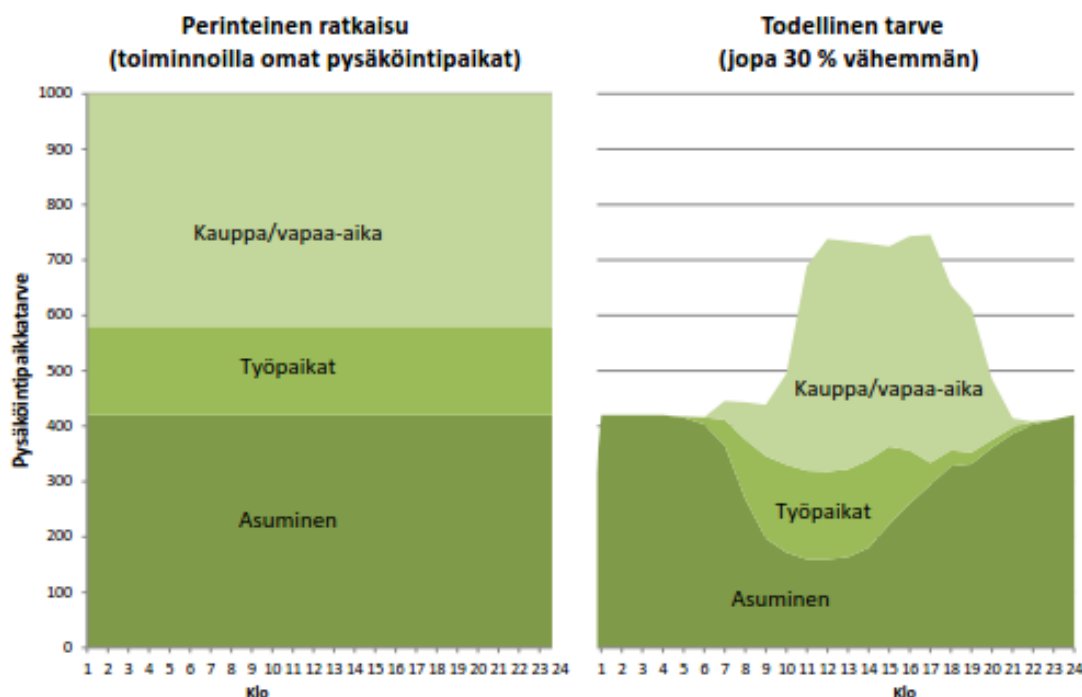
Myös etätyö voi vaikuttaa matkustussuoritteeseen usealla tapaa. Päivittäisten työmatkojen puuttuminen voi vähentää matkustussuoritetta, mutta etätyömahdollisuus saattaa myös kannustaa työntekijää muuttamaan kauemmaksi työpaikasta. Tällöin matkustussuo-rite ei välttämättä vähene, jos entisen päivittäisen lyhyen työmatkan sijaan työntekijä kul-kee esimerkiksi pari kertaa viikossa pidemmän työmatkan työpaikalleen. (Santos et al. 2010; Pöllänen et al. 2013) Etätyö voi täten joko vähentää tai lisätä työntekijän tarvetta omistaa auto, minkä vuoksi näiden tekijöiden vaikutusta tulevaisuuden auton omistuk-seen on hyvin vaikea arvioida.

Tulevaisuuden liikkumiseen ja auton omistukseen voivat vaikuttaa myös uudet liikkumis-muodot. Osa liikkumismuodoista, kuten sähköpyörät ja kaupunkipyörät, ovat saavutta-neet jo suosiota. Esimerkiksi Helsingin kaupungin kaupunkipyörät olivat suosittu liikku-mismuoto kesällä 2017, jolloin kaupunkipyöriä käytti yli 34 000 henkilöä (HSL 2017d). Osa uusista liikkumismuodoista on vasta kehitteillä, eikä niiden toimivuudesta tai yleis-tymisestä ole vielä arvioita. Esimerkiksi Hyperloop on supernopea kulkuväline, jossa ali-paineistetussa putkessa voidaan kuljettaa matkustajia tai rahtia kapseleissa jopa yli 1 000 km/h nopeudella (Hyperloop One 2016). On siis varmaa, että liikenteen muutos tulee vai-kuttamaan ihmisten liikkumistarpeeseen ja -tapoihin, mutta vielä on mahdotonta arvioida muutosten suuruutta.

5.6 Asukaspysäköinnin tehokkuus

Asukaspysäköintipaikkojen määrän tarpeeseen vaikuttaa asukkaiden omistamien autojen lukumäärän lisäksi myös pysäköinnin tehokkuus. Pysäköinnin tehokkuudella tarkoitetaan sitä, kuinka tehokkaasti pysäköintipaikkoja käytetään, eli kuinka suuren osan ajasta pai-kat ovat käytössä.

Usein käytetty pysäköinnin tehostamiskeino on vuorottaispysäköinti (Litman 2006, s. 67). Vuorottaispysäköinti tarkoittaa pysäköintipaikkojen tehokasta hyödyntämistä niin, että sama pysäköintipaikka palvelee useita käyttäjiä tai määränpäitä (Litman 2006, s. 67; Karhula et al. 2013). Vuorottaispysäköinti perustuu siihen, että erilaisten toimintojen käyttäjien pysäköintitarpeet ovat erilaiset. Vuorottaispysäköinti edellyttää monipuolista kaupunkirakennetta, jossa on erilaisia toimintoja (Helsingin kaupunki 2014; HSL 2017b). Esimerkiksi asukkaat ja työntekijät voivat jakaa pysäköintipaikat, sillä asukkaiden pysä-köintihiippu on yöaikaan ja työntekijöiden puolestaan päivällä (Litman 2006, s. 67–68). Kuvassa 23 on hahmotettu vuorottaispysäköinnin potentiaalia vähentää pysäköintipaik-koja.



Kuva 23: Vuorottaispysäköinnin vaikutus pysäköintipaikkojen tarpeeseen (Helsingin kaupunki 2014).

Vuorottaispysäköinnin avulla voidaan vähentää noin 10–30 % pysäköintipaikkojen tarpeesta monipuolisen kaupunkirakenteen alueilla (Litman 2006, s. 71; Helsingin kaupunki 2014; HSL 2017b). Eri toimintojen pysäköintihuiput vaihtelevat kellonaikojen lisäksi myös viikonpäivien mukaan. Esimerkiksi pankkien ja koulujen pysäköintihuiput sijoittuvat viikolle, kun taas kauppakeskusten ja kirkkojen ruuhkahuiput sijoittuvat viikonlopuille (Litman 2006, s. 67). Vuorottaispysäköinnissä pysäköintipaikat ovat nimeämättömiä, eli käyttäjällä on käyttöoikeus pysäköintipaikkoihin, mutta ei hallintaoikeutta tiettyyn paikkaan. Asukaspysäköintipaikat voivat olla nimeämättömiä myös ilman vuorottaispysäköintiä. Tällöin asukaspysäköintiin on varattu hieman vähemmän paikkoja kuin käyttäjiä on, sillä oletettavasti kaikki asukkaat eivät käytä pysäköintipaikkoja samaan aikaan.

Pysäköinnin tehostamista voidaan toteuttaa myös keskittämällä pysäköintiä alueellisille pysäköintioperaattoreille. Pysäköintioperaattori voi järjestää alueen asukkaille ja yrityksille pysäköinnin keskitetysti pysäköintialueille tai -laitoksiin. Pysäköintioperaattorin kautta pysäköinti voidaan järjestää tehokkaammin kuin yksittäisten taloyhtiöiden kautta. (HSL 2017b) Keskitetyillä pysäköintialueilla ja -laitoksissa myös vuorottaispysäköinnin ja paikkojen nimeämättömyyden järjestäminen on helpompaa.

Asukaspysäköintipaikkojen määrää voidaan myös vähentää tukemalla yhteiskäyttöautojen käyttöä ja rakentamalla yhteiskäyttöautoille tarkoitettuja pysäköintipaikkoja (Oasmaa et al. 2009; Litman 2016). Yhteiskäyttöautolla tarkoitetaan vuokrattavaa ajoneuvoa. Yh-

teiskäyttöauton saa käyttöön lyhyeksikin aikaa, se varataan yleensä internetistä tai matkapuhelimella ja autot sijaitsevat yleensä lähellä asuinalueita ja työpaikkoja. Yhteiskäyttöauto eroaa monella tapaa perinteisestä autonvuokrauksesta. Merkittävimpiä eroja ovat auton käyttöönotto itsepalveluna, yhteiskäyttöauton vuokraaminen lyhyeksikin aikaa ja yksittäisten vuokrasopimusten puuttuminen, sillä yhteiskäyttöautoa käyttävät ovat yrityksen jäseniä, eikä yksittäisiä vuokrasopimuksia tarvita. Yhteiskäyttöautolla voidaan korvata oman auton omistamista, jos auton tarve ei ole päivittäistä. (Voltti 2010) Yhteiskäyttöauton avulla auton satunnainen käyttö on edullista ja helppoa. Yhteiskäyttöautoja tarjoavat muun muassa yritykset sekä taloyhtiöt tai vuokra-asuntoyritykset (City Car Club 2017). Esimerkiksi Lumo vuokra-asuntoyrityksen asuntojen asukkaat voivat valituissa kohteissa käyttää yhteiskäyttöautoa edullisesti (Lumo 2016).

Erilaisia arvioita siitä, kuinka paljon yhteiskäyttöautot voivat korvata yksityisautoista on esitetty runsaasti. HSL:n (2017b) mukaan pääkaupunkiseudulla yksi yhteiskäyttöauto voisi korvata 8–25 yksityisautoa. Chen & Kockelman (2016) ovat saaneet samansuuruisia tuloksia tekemässään kirjallisuuskatsauksessa, jonka mukaan yhteiskäyttöautojen arvioidaan korvaavan 9–23 yksityisautoa ja yhteiskäyttöautojen vähentävän 10–49 % yksityistä autonomistusta. Voltin (2010) arvion mukaan yksi yhteiskäyttöauto voisi puolestaan korvata 20 yksityisautoa, ja pääkaupunkiseudulla, Tampereella ja Turussa autojen määrä voisi vähentyä yhteensä noin 16 000–25 000 kappaleella vuoteen 2030 mennessä.

Yhteiskäyttöautojen lisääntyessä ja autojen kokonaismäärän vähentyessä voitaisiin myös pysäköintipaikkojen rakentaa vähemmän. Engel-Yanin & Passmoren (2013) tekemän tutkimuksen mukaan auton omistus oli matalampaa niissä kerrostaloissa, joissa oli mahdollisuus käyttää yhteiskäyttöautoa. On kuitenkin huomattava, että yhteiskäyttöauto ei ole välttämättä sopiva vaihtoehto kaikille. Tutkimusten mukaan yhteiskäyttöautoja käytetään eniten tiiviillä asuinalueella, jossa kävely- ja pyöräily-yhteydet ovat hyvät. Lisäksi yhteiskäyttöautojen käyttäjien tekemät matkat ovat yleensä lyhempiä. (Engel-Yan & Passmore 2013; Chen & Kockelman 2016) Yhteiskäyttöautojen yleistyminen on täten todennäköisesti suurinta keskusta-alueilla. Keskusta-alueilla yhteiskäyttöautojen yleistyminen voisi tuoda merkittäviä säästöjä pysäköintitilaan ja kustannuksiin. Edellä esitetyillä autojen kokonaismäärän vähenemisellä pääkaupunkiseudulla, Tampereella ja Turussa voitaisiin säästää noin 356 000–558 000 neliometriä tilaa ja 243 000–381 000 euroa pysäköintipaikkojen rakentamatta jättämisellä (Voltti 2010).

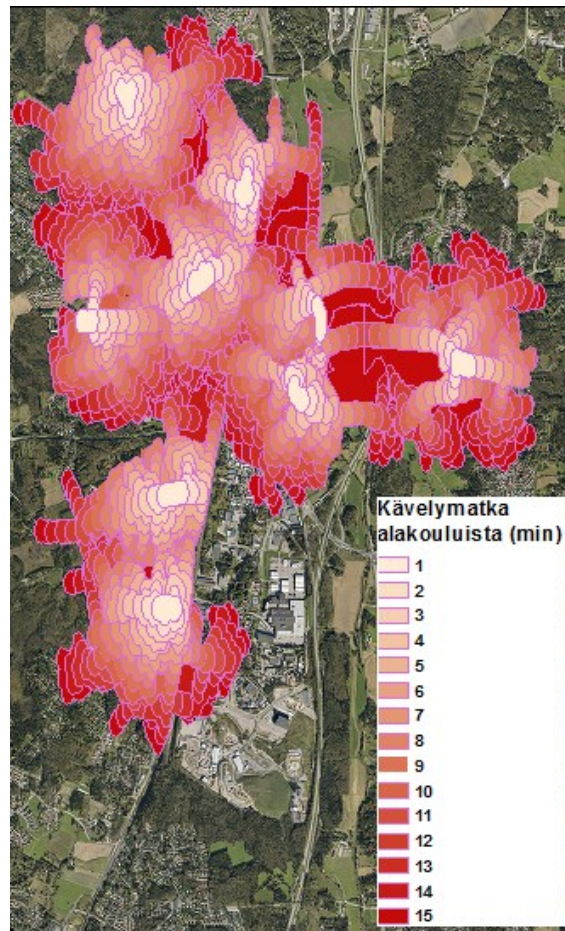
6. AINEISTONHANKINTAMENETELMÄ

6.1 Saavutettavuusmalli

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen empiiriseen osaan eli ennustemalliin käytettäviä aineistoja ja sitä, kuinka nämä aineistot ovat hankittu. Ensimmäinen kerätty aineisto on saavutettavuustiedot. Alueellisen saavutettavuuden tarkastelemiseksi Keravan alueelle luotiin saavutettavuusmalli, jonka avulla haluttiin tutkia sitä, miten Keravan eri alueilta on saavutettavissa kävellen ja pyöräillen usein käytettävät palvelut ja joukkoliikenne.

Saavutettavuusmallissa palveluina huomioitiin Keravan alueen päiväkodit, alakoulut, päivittäistavarakaupat sekä Keravan keskusta erillisenä palvelukeskuksena. Keravan alueella on 30 päiväkotia, 9 alakoulua ja 15 päivittäistavarakauppaa. Keravan keskustassa sijaitsevaa luontaistuotekauppaa ei huomioitu päivittäistavarakauppana. Lisäksi tarkastelusta jätettiin pois kalakauppa sekä leipomomyymälä. Keravan keskusta valittiin erilliseksi palvelukeskukseksi, sillä suurin osa Keravan palveluista on keskittynyt tiiviin keskustan alueelle. Keskustassa on muun muassa kaksi apteekkia, pankki- ja vakuutuskonttoreita, Alko, yhteispalvelupiste jossa toimii muun muassa HSL:n palvelupiste ja Poliisin lupapalvelupiste, kirjasto, pankkiautomaatti sekä useita ravintoloita, kahviloita ja kaupan erikoistavaraliikkeitä.

Kauppojen, päiväkotien, alakoulujen ja Keravan keskustan saavutettavuutta tutkittiin luomalla näille saavutettavuusvyöhykkeet, eli alueet, joista kohteet ovat saavutettavissa tietyssä matka-ajassa. Saavutettavuusvyöhykkeet toteutettiin ESRI:n ArcGis-Online palvelun analyysityökalujen avulla. Käytetty analyysimenetelmä oli ajoajan määrittäminen, jossa valitulle kohteelle luodaan saavutettavuusvyöhykkeet valitun ajan ja kulkutavan perusteella. Valittu kulkutapa oli kävely. Analyysimenetelmä laskee reitit olemassa olevaa reittiverkostoa pitkin, eli matka-aika perustuu todelliseen matka-aikaan eikä vain kohteiden etäisyyteen. Kuvassa 24 on esimerkki luodusta saavutettavuusvyöhykkeestä. Kuvassa on muodostettu saavutettavuusvyöhykkeet alakouluista 15 minuutin kävelyetäisyydelle.



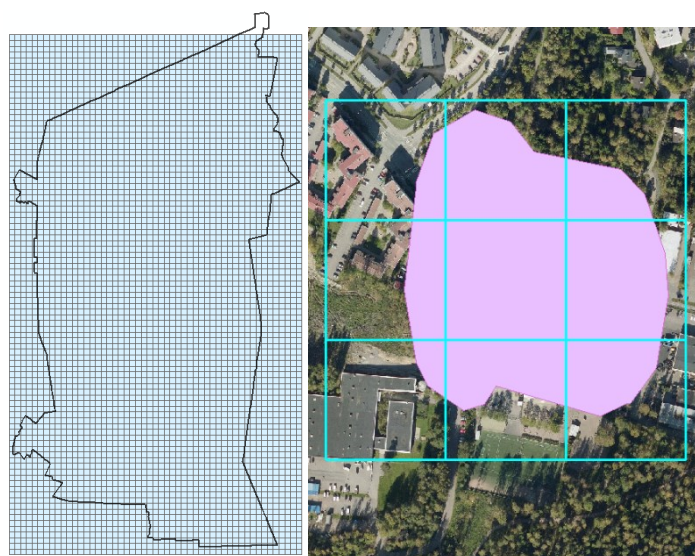
Kuva 24: Keravan alakouluista saavutettavat alueet 15 minuutin kävelymatkan säteellä.

Saavutettavuusvyöhykkeet laskettiin palveluista alakouluille, päiväkodeille, päivittäistavarakaupoille ja Keravan keskustalle. Saavutettavuusmallilla haluttiin tutkia myös julkisen liikenteen saavutettavuutta. Saavutettavuusvyöhykkeet laskettiin myös kaikille Keravan linja-autopysäkeille sekä Keravan molemmille rautatieasemille. Rautatieasemien ja keskustan saavutettavuusvyöhykkeet laskettiin pidemmälle matka-ajalle kuin muut palvelut, sillä oletettiin, että rautatieasemille ja keskustaan ollaan todennäköisesti valmiita kävelemään hieman pidempiä matkoja kuin muihin palveluihin. Taulukossa 3 esitetty tarkastellut kohteet, niiden lukumäärä ja saavutettavuusvyöhykkeiden laskemiseen käytetyt matka-ajat.

Taulukko 3: Tarkastellut palvelut, niiden lukumäärä ja matka-ajat.

Kohde	Kohteiden lukumäärä	Aikaväli
Alakoulut	9	1-15 min
Päiväkodit	30	1-15 min
Päivittäistavara- kaupat	16	1-15 min
Keravan keskusta	1	1-25 min
Rautatieasemat	2	1-25 min
Linja-autopysäkit	1 210	1-15 min

Saavutettavuusvyöhykkeiden arvot kerättiin ArcGIS:in ArcMap paikkatieto-ohjelmassa Keravan peittävään ruudukkoon, joka koostuu 100m x 100m ruuduista (kuva 25). Jokaiseen ruutuun kerättiin jokaisen kohteen saavutettavuusvyöhykkeen arvo kyseisen ruudun kohdalta. Kuvassa 25 on esimerkki saavutettavuusarvojen sijoittamisesta ruudukkoon. Kuvassa on yhden minuutin kävelyajan sisällä saavutettava alue Ahjon alakoulusta ja ruudut, jotka saavat alakoulun saavutettavuuden arvoksi yhden minuutin. Saavutettavuusarvot on sijoitettu ruutuihin parhaasta saavutettavuuden arvosta eli yhdestä minuutista alkaen, jotta ruudut, joihin osuu useampi vyöhyke, saavat parhaimman osuvan vyöhykkeen arvon.

**Kuva 25:** Keravan peittävä ruudukko (vasemmalla) ja saavutettavuusvyöhykkeen arvon sijoittaminen ruutuihin (oikealla).

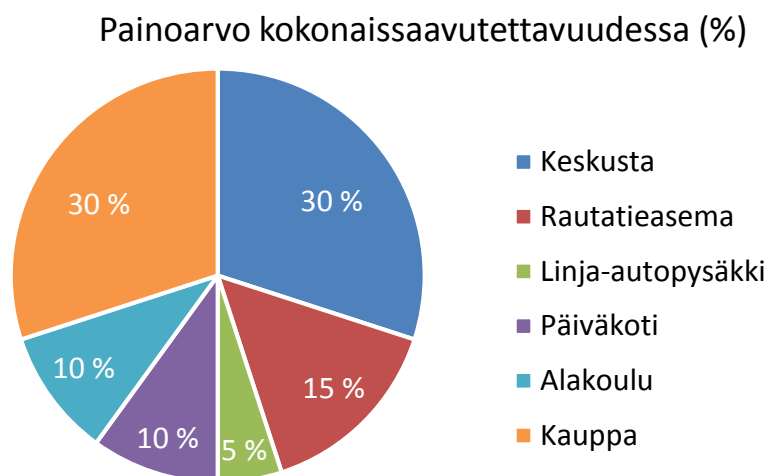
Eri kohteille saadut saavutettavuusvyöhykkeet indeksoitiin, sillä oletettiin, että eri palveluihin suuntautuvat matkajakaumat ovat erilaisia. Näin ollen, vaikka kaksi erilaista palvelua ovat ajallisesti saavutettavissa samassa ajassa esimerkiksi kävelen, niin toiseen saatetaan olla valmiita kävelemään pidempiä matkoja kuin toiseen. Ihmisten käyttämiä kulkumuotoja tiettyyn palveluun matka-ajan mukaan tutkittiin kahdesta Helsingin seudulla tehdystä tutkimuksesta, jotka olivat ”Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012” (HSL 2013) ja ”Helsingin seudun laaja liikennetutkimus 2007–2008” (HSL 2010). Liikkumistutkimuksista selvitettiin, paljonko on henkilöautolla ja muilla kulkumuodoilla tehtyjen matkojen osuus eripituisilla matkoilla eri kohteisiin. Koska saavutettavuutta tarkasteltiin kävelyn ja pyöräilyn näkökulmasta, jotka kuuluvat muihin kulkumuotoihin, muodostettiin muilla kulkumuodoilla tehtyjen matkojen osuudesta etäisyysfunktiot eri palveluille. Etäisyysfunktio kuvaa sitä, kuinka monta prosenttia tietyn pituisista matkoista tehdään muilla kulkumuodoilla kuin henkilöautolla. Esimerkiksi liikkumistutkimuksen perusteella kouluun tehdyistä alle yhden kilometrin pituisista matkoista 96 % tehdään muulla kulkumuodolla kuin henkilöautolla, eli käytännössä kävelen ja pyöräillen. Etäisyysfunktion arvot muodostettiin Keravalla sijaitsevista havainnoista. Lopuksi etäisyysfunktioiden arvot indeksoitiin niin, että korkein etäisyysfunktion arvo sai indeksin 100 ja muut etäisyysfunktion arvot laskettiin niin, että etäisyysfunktion ja indeksin arvojen muutos oli prosentuaalisesti yhtä suuri. Jokaiselle palvelukohteelle luotiin etäisyysfunktiot ja saavutettavuuden minuuttiarvot korvattiin indeksoidulla etäisyysfunktion arvoilla. Maksimiarvoksi yksittäisen palvelukohteen saavutettavuudelle saatiin 100 ja minimiarvoksi 0.

Päiväkodin, alakoulun ja keskustan saavutettavuusvyöhykkeiden kokonaisarvot ovat suoraan etäisyysfunktioista saadut indeksiarvot. Rautatieasemien, kauppojen ja linja-autopysäkkien saavutettavuutta painotettiin niiden houkuttelevuuden mukaan. Rautatieaseman saavutettavuusvyöhykkeet laskettiin erikseen Keravan kahdelle rautatieasemalle, Keravan päärautatieasemalle ja Savion asemalle. Rautatieasemista Keravan päärautatieasemalle, joka sijaitsee Keravan keskustassa, annettiin suurempi painoarvo kuin Saviolla sijaitsevalle Savion rautatieasemalle. Keravan rautatieasemalla pysähtyvät lähijunat D, R, K, T, N ja Z. Lähijunat D ja R liikennöivät Helsingistä Riihimäelle ja lähijuna Z Helsingistä Lahteen. Savion asemalla pysähtyvät puolestaan Helsingin ja Keravan väliä liikennöivät lähijunat K ja N. Poikkeuksena on lähijuna T, joka liikennöi Helsingistä Riihimäelle yöisin. Savion asemalta on lähtöjä arkipäivisin noin 6 junaa tunnissa suuntaansa ja Keravan rautatieasemalta noin 9 junaa tunnissa suuntaansa. (HSL 2017c) Päärautatieaseman indeksiarvot saivat painokertoimen 1 ja Savion indeksiarvot painokertoimen 0,7.

Myös linja-autopysäkeille annettiin painoarvot, jotka kuvaavat niiden vaikutusta saavutettavuuteen. Keskustan pysäkit, joilta kulkee päivässä yli 100 vuoroa, saivat painoarvon 1. Pysäkit, joilta kulkee päivittäin 50–80 vuoroa, saivat 0,75 painotuksen ja pysäkit 25–42 vuorolla 0,5 painotuksen. Alle 25 vuoron pysäkkien painotus oli 0,25.

Kauppojen houkuttelevuutta kuvattiin kauppojen vuosittaisen päivittäistavaroiden myynnin arvon mukaan. Suurten kauppojen oletettiin täten olevan houkuttelevampia kuin pienten. Kauppojen myyntimäärät saatiin Nielsenin vuoden 2016 myymälärekisteristä (Nielsen 2017). Suurten kauppojen minuuttiarvoa vastaavat indeksit saivat painotuksen 1, keskisuurten 0,75, pienten 0,5 ja erittäin pienten 0,15.

Yksittäisistä palvelukohteiden saavutettavuusarvosta muodostettiin kokonaissaavutettavuutta kuvaava arvo. Kokonaissaavutettavuuden arvo muodostettiin summaamalla painokertoimella painotetut yksittäiset saavutettavuusarvot yhteen jokaisessa ruudussa. Saavutettavuusarvoja painotettiin, sillä kohteiden vaikutus ihmisten liikkumiseen on osalla palveluista merkittävämpi kuin toisilla. Painoarvot on esitetty kuvassa 26.



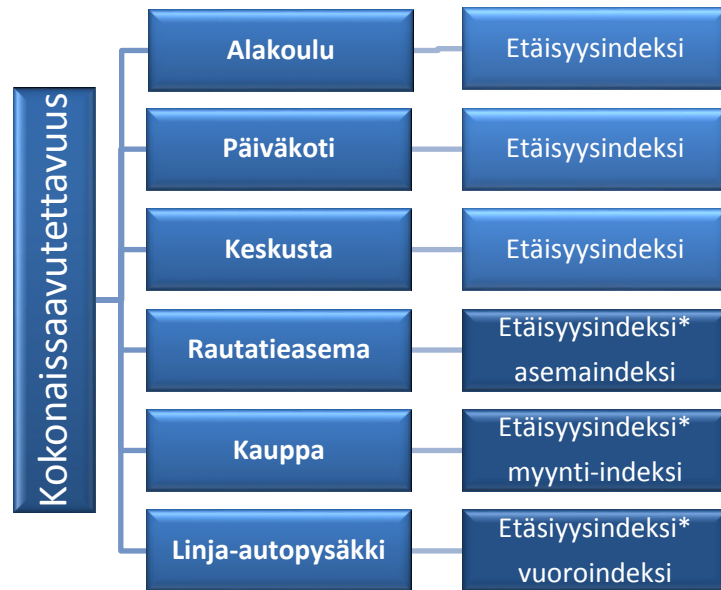
Kuva 26: Eri kohteiden painoarvot kokonaissaavutettavuuden muodostamisessa.

Painoarvot valittiin ensin arvioimalla eri kohteiden tärkeyttä liikkumisessa. Tämän jälkeen tuloksia verrattiin siihen, kuinka vahvasti eri kohteiden saavutettavuus korreloi autojen lukumäärän kanssa. Kauppojen ja keskustan vaikutus kokonaissaavutettavuuteen arvioitiin merkittävimmäksi, sillä lähes kaikki asukkaat käyttävät päivittäistavarakauppoja ja keskustan palveluita. Rautatieaseman vaikutus arvioitiin aluksi lähes yhtä suureksi kuin kauppojen ja keskustan, mutta sitä pienennettiin korrelaatiotarkastelujen jälkeen. Alakoulujen, päiväkotien ja linja-autopysäkkien merkitys arvioitiin melko pieneksi, sillä melko pieni osa väestöstä käyttää näitä palveluita. Saavutettavuuden kokonaisarvo (S_{kok}) tietyllä alueella saadaan laskettua seuraavalla yhtälöllä:

$$S_{kok} = \frac{1}{20} * S_{linja-autopysäkki} + \frac{1}{10} * S_{alakoulu} + \frac{1}{10} * S_{päiväkoti} + \frac{3}{20} * S_{rautatieasema} + \frac{3}{10} * S_{keskusta} + \frac{3}{10} * S_{kauppa}$$

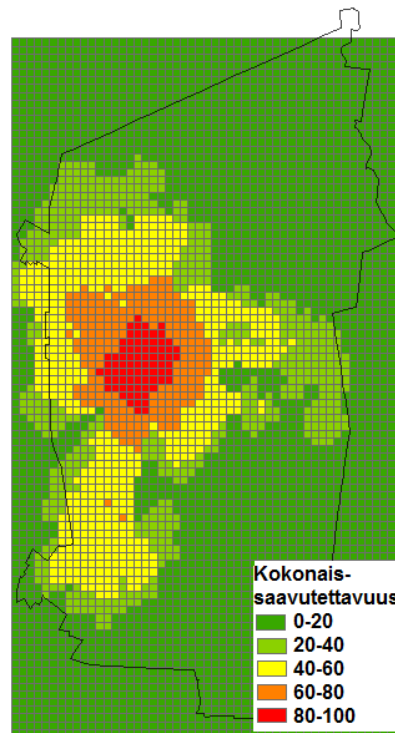
Saavutettavuuden osa-alueet $S_{alakoulu}$, $S_{päiväkoti}$ ja $S_{keskusta}$ ovat minuuttiarvoa vastaavat indeksiluvut.

$S_{rautatieasema}$, $S_{linja-autopysäkki}$ ja S_{kauppa} ovat puolestaan minuuttiarvoa vastaavat indeksiluvut, jotka ovat painotettu kohteiden houkuttelevuuden mukaan aiemmin mainituilla painokertoimilla (kuva 27).



Kuva 27: Kokonaissaavutettavuuden muodostuminen.

Jokaiselle ruudulle laskettiin kokonaissaavutettavuuden arvo edellä mainitulla tavalla. Tulokseksi saatiin kartta (kuva 28), jolla voidaan kuvata Keravan alueella yleisimpien palveluiden ja joukkoliikenteen saavutettavuutta eri alueilla.



Kuva 28: Kokonaissaavutettavuus Keravan alueella.

Korkea kokonaissaavutettavuusluku tarkoittaa hyvää saavutettavuutta ja matala puolestaan heikompaa saavutettavuutta. Alueista paras saavutettavuus on Keravan keskustan alueella, mikä oli odotettavissa, sillä isot päivittäistavarakaupat, päärautatieasema sekä suurin osa palveluista sijaitsevat keskustassa. Saavutettavuus on melko hyvä myös Kalevan, Savion sekä Ahjon kaupunginosissa. Kerrostaloasuminen on painottunut pääasiassa hyvän ja melko hyvän saavutettavuuden alueelle, ja huonoimman saavutettavuuden alueella on lähinnä haja-asutusta.

6.2 Autojen lukumäärä Keravalla

Autojen omistamiseen vaikuttavien tekijöiden selvittämiseksi tutkittiin, kuinka paljon Keravalla on yksityisautoja ja missä ne sijaitsevat. Keravan autokanta selvitettiin Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín tuottamasta ja ylläpitämästä ajoneuvorekisteristä. Poimintaan on otettu ne henkilö- ja pakettiautot, joiden todennäköisen käyttäjän kuntatietona on Kerava, eli ajoneuvot, joiden todennäköinen käyttäjä asuu Keravalla. Tiedot on poimittu ajoneuvorekisteristä 1.5.2017.

Ajoneuvorekisteristä ajoneuvojen tiedot siirrettiin paikkatieto-ohjelmaan, jossa ajoneuvot pystyttiin sijoittamaan auton haltijatietojen perusteella oikeaan osoitteeseen. Taulukkoon 4 on koottu yhteenveto ajoneuvojen lukumäärästä.

Taulukko 4: Ajoneuvoja lukumäärä Keravalla (Trafi 2017).

Ajoneuvoja yhteensä	17 196
Osoite puutteellinen	1 654
Paikannettuja ajoneuvoja	15 542
Yritysten ajoneuvoja	1 531
Paikannettuja yksityisiä ajoneuvoja	14 011

Kaikkia ajoneuvoja ei voitu paikantaa paikkatieto-ohjelmassa kartalle. Osa ajoneuvojen todennäköisistä käyttäjistä oli turva- tai osoitteenluovutuskielollisia, eli heidän osoitetietojaan ei saatu. Lisäksi aineistossa oli myös ajoneuvoja, joiden käyttäjän osoite oli virheellinen, sijaitsi muussa kunnassa kuin Keravalla, oli poste restante-osoite tai PL-osoite. Ajoneuvoja, jotka pystyttiin paikantamaan osoitteen mukaan kartalle, oli 15 542 kappaletta. Kuvassa 29 ajoneuvot ovat sijoitettuina oikeisiin osoitteisiin pistemäisinä kohteina luodun ruudukon päälle.



Kuva 29: Ajoneuvot ruudukossa pistemäisinä kohteina.

Ajoneuvoista eroteltiin myös yritysten ja yksityisten käytössä olevat ajoneuvot. Yritysten käytössä oleviksi ajoneuvoiksi katsottiin ne ajoneuvot, joiden yrityslajina oli ajoneuvo-tietorekisterissä:

- Yhtiömuotoinen yritys
- Toiminimi
- Muu yritys
- Muu valtion virasto
- Kunnan virasto.

Yhteensä näitä ajoneuvoja oli 1 531 kappaletta. On mahdollista, että esimerkiksi toiminnan käyttöön rekisteröityjä autoja saatetaan käyttää paljon myös yksityiseen ajoon. Toiminimelle rekisteröityjen autojen osuus kaikista paikannetuista ajoneuvoista on kuitenkin vain noin 1 %, eli vaikutus on hyvin pieni. Yksityisessä käytössä olevia ajoneuvoja, jotka pystyttiin paikantamaan osoitteen perusteella kartalle, oli 14 011 kappaletta. Näitä ajoneuvoja käytettiin analyyseissä, joissa selvitettiin autojen omistamiseen liittyviä tekijöitä.

Autojen määrän lisäksi oltiin kiinnostuneita myös siitä, vaikuttaako asukaspysäköinnin hinta autojen lukumäärään. Tutkimusta varten ei saatu kerättyä tietoa asukaspysäköinti-paikkojen hinnoista. Ainoa pysäköintipaikkojen hintaan mahdollisesti vaikuttava tekijä, josta saatiin kerättyä tietoa, oli pysäköintihallien sijainti Keravalla. Pysäköintihallien kustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin maantasopaikkojen kustannukset, ja täten pysäköintihalleissa sijaitsevista paikoista peritään usein suurempaa hintaa (luku 4.2).

Voidaan siis olettaa, että pysäköintihalleissa sijaitsevat asukaspysäköintipaikat ovat muita paikkoja kalliimpia. Tarkastelua varten paikkatieto-ohjelmaan muodostettuun ruudukkoon kerättiin kaikki Keravan pysäköintihallit ja – laitokset, joissa on asukaspysäköintiä. Datan analysoinnissa kuitenkin huomattiin, ettei pysäköintihallien olemassaolo korreloi autojen lukumäärän kanssa, eli asukaspysäköinnin sijainnilla pysäköintihallissa ei voida tämän tutkimuksen perusteella todeta olevan yhteyttä autojen lukumäärään. Tulokseen voi vaikuttaa pieni otoskoko, sillä Keravalla on vain muutamia pysäköintihalleja. Koska asukaspysäköinnin todellista hintaa näissä halleissa ei tiedetä, ei voida myöskään olla vakuuttuneita siitä, että halleissa perittäisiin kalliimpia pysäköintihintoja. Näin ollen pysäköinnin hinnan vaikutus autojen lukumäärään jäi tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

6.3 Väestöön ja asumiseen liittyvä aineisto

Väestöön ja asumiseen liittyviä tekijöitä selvitettiin Tilastokeskuksen ruututietokannasta sekä Facta-kuntarekisteristä. Ruututietokanta on Tilastokeskuksen tuottama koordinaattipohjainen tilastoaineisto, jossa tilastotiedot on koottu 250 m * 250 m karttaruutuihin. Ruututietokannassa osa tietoryhmistä on salattu, mikäli ruudussa on alle 10 taloutta. Salatut tiedot on korvattu arvolla -1 (Tilastokeskus 2017c). Kaikissa analyysissä käytetyissä tietoryhmissä oli salattuja tietoja. Ruututietokannasta poimitut tietoryhmät olivat seuraavat:

- Talouksien koko ja elämänvaihe
 - Talouksien keskikoko
 - Alle kouluikäisten lasten taloudet (alle 7 v. lapsia)
 - Kouluikäisten lasten taloudet (7–12 v. lapsia)
 - Teini-ikäisten taloudet (13–17 v. lapsia)
 - Asumisväljyys
 - Omistusasunnoissa asuvat taloudet
 - Vuokra-asunnoissa asuvat taloudet
- Talouksien käytettävissä olevat rahatulot
 - Talouksien mediaanitulot
- Rakennukset ja asuminen
 - Asuntojen lukumäärä
 - Kerrostaloasuntojen lukumäärä
- Asukkaiden pääasiallinen toiminta
 - Työlliset
 - Työttömät
 - Opiskelijat
 - Eläkeläiset.

Facta-kuntarekisteriin tiedot ovat peräisin suoraan Väestörekisterikeskuksesta, eli siitä otetut väestötiedot ovat ajantasaisia. Kuntarekisteristä väestötiedot saatiin osoitekohtaisesti, eli ne pystyttiin paikantamaan paikkatieto-ohjelmassa tarkkaan sijaintiin. Facta-kuntarekisteristä poimittiin seuraavat tiedot (poiminta tehty 8.8.2017):

- Väestön lukumäärä
- Väestön ikäjakauma
- Väestön sukupuolijakauma
- Kansalaisuudet
- Talouksien lukumäärä.

Kaikki yllämainitut tiedot tallennettiin samaan 100 m x 100 m ruudukkoon, johon saavutettavuustiedotkin tallennettiin. Kuntarekisterin tiedot pystyttiin tallentamaan paremmalla tarkkuudella kuin ruututietokannan tiedot, sillä kuntarekisteristä tiedot saatiin osoitekohtaisesti ja ruututietokannasta vain 250 m x 250 m ruutujen tarkkuudella.

7. DATAN KÄSITTELY JA ANALYSOINTI

7.1 Datan puhdistus

Saavutettavuusindeksien, autojen tietojen ja väestötietojen kerääminen samaan ruudukkoon paikkatieto-ohjelmassa mahdollisti aineiston tilastollisen analysoinnin. Tilastollisia analyyseja tehtiin Matlab- ja Excel-ohjelmistoilla. Tilastollisia analyyseja varten kerätty data siirrettiin Excel-tiedostoon, jolloin datan käsittely oli mahdollista Excelissä sekä Matlabissa. Tilastollisten analyysien tarkoituksena oli selvittää, mitkä kerätyistä teki-
jöistä vaikuttavat autojen lukumäärään sekä onko vaikutus niin voimakas, että sen perusteella voidaan ennustaa autojen lukumäärää. Paikkatieto-ohjelmasta saatiin data muotoon, jossa sarakkeissa on 40 selittävää muuttujaa ja yksi selitettävä muuttuja eli yksityisten autojen lukumäärä (kuva 30). Yhdellä rivillä puolestaan on aina yhden hehtaarin kokoinen alue. Taulukosta voidaan täten tulkita, millaista väestöä asuu hehtaarin kokoisella alueella, millainen alueen saavutettavuus on ja kuinka monta autoa tällä alueella omistetaan.

	Muuttujat					
1	Etäisyys_Kaupoi	Nainen_lkm	Mies_lkm	Ika_0_6	Ika_7_12	
780	Alue 8	37	37	9	9	
781	7	9	13	4	1	
782	7	4	2	0	0	
783	7	4	8	1	3	

Kuva 30: Tietojen sijoittuminen Excel-tilaukkuun.

Ensimmäiseksi data puhdistettiin Excelissä, eli siitä etsittiin analysointia vaikeuttavia arvoja sekä selvästi poikkeavia havaintoja. Selvästi poikkeavia havaintoja löytyi datasta ensimmäisellä puhdistuskierröksellä. Poikkeavat havainnot olivat sellaisia ruutuja, jossa autoja vaikutti olevan huomattavasti enemmän tai vähemmän väestöä kohti, kun ruuduissa keskimäärin. Dataa tarkasteltiin uudestaan paikkatieto-ohjelmassa ja huomattiin, että osassa tapauksissa tiettyyn asuntoon ja ruutuun kuuluvat autot olivat merkittynä vieriseen ruutuun. Tämä johtui siitä, suurissa kerrostaloissa samaan osoitteeseen voi kuulua useita rakennuksia. Rakennukset saattoivat olla jakautuneina useamman ruudun alueella ja kaikki autot saattoivat olla merkittynä yhteen rakennukseen. Nämä virheet korjattiin ja poikkeavien havaintojen määrä laski huomattavasti.

Kuten aiemmin mainittiin, osa väestötiedoista on salattuja ruuduissa, joissa on alle kymmenen taloutta. Yleisesti käytettyjä tapoja puuttuvien arvojen käsittelyyn on niiden poistaminen tai korvaaminen keskiarvoilla. Aineistoon testattiin molempia menetelmiä ja regressioanalyysissä paremmat tulokset saatiin aineistolla, josta oli poistettu salatut arvot. Salattuja arvoja oli ainoastaan harvaan asutetulla alueella pääosin Keravan itäosissa. Ennustemallin käyttötarkoituksena ovat kerrostalohankkeet, joita ei rakenneta syrjäisille

alueille. Salattujen arvojen poistamisella aineistosta saatiin jopa rajattua aineistoa paremmin sopimaan kerrostalohankkeiden autopaikkojen ennustamiseen. Lisäksi aineiston analysointia varten aineistosta poistettiin ruudut, joissa ei ollut asukkaita eikä autoja.

7.2 Lineaarinen regressioanalyysi

Dataa kerättiin ja analysoitiin, jotta voitaisiin löytää tekijöitä, jotka vaikuttavat Keravalla auton omistukseen. Näiden tekijöiden perusteella haluttiin luoda ennustemalli, joka ennustaisi autojen lukumäärää eli tarvittavien pysäköintipaikkojen lukumäärää. Ennustukseen käytettävälle mallille asetettiin toimeksiantajan eli Keravan kaupungin toimesta erilaisia vaatimuksia ja toiveita, jotka olivat seuraavat:

- Mallin tulisi pystyä ennustamaan autojen lukumäärää erilaisten väestöön ja asumiseen liittyvien tekijöiden perusteella
- Mallin tulisi olla tilastollisesti luotettava
- Mallin tulisi olla helppokäyttöinen, kohtuullisen helposti ymmärrettävissä ja päivitettävissä
- Käytön ja päivittämisen tulisi mieluuten onnistua ilman uuden laskentaohjelman hankkimista.

Ennustusmenetelmistä asetettuja vaatimuksia ja toiveita vastasi parhaiten lineaarinen regressioanalyysi. Regressioanalyysi on menetelmä, jota voidaan käyttää asioiden välisten riippuvuussuhteiden selvittämiseksi ja selittämiseksi, sekä asioiden ennustamiseen riippuvuussuhteiden perusteella. Regressioanalyysissä haetaan paras mahdollinen selittävien muuttujien yhdistelmä ennustettaessa yhtä selittävää muuttujaa. Selittävät eli riippumattomat muuttujat ovat muuttujia, joiden arvojen vaihtelu selittää selitettävää eli riippuvaa muuttujaa. (Heikkilä 2005, s. 236–237) Tässä työssä selittäviä muuttujia ovat saavutettavuuden arvot sekä väestöön ja asumiseen liittyvät muuttujat. Selitettävä muuttuja on autojen lukumäärä. Mahdolliset selittävät muuttujat etsitään yleensä aiempaan tutkimukseen perustuvan tiedon pohjalta (Vehkalahti 2003).

Lineaarisessa regressioanalyysissä muuttujien havaintopisteisiin sovitetaan lineaarinen suora, joka kulkee mahdollisimman läheltä kaikkia havaintopisteitä. Pienimmän neliösumman menetelmässä minimoidaan suoran ja havaintopisteiden etäisyyden neliöiden summa. Regressioanalyysi voidaan tehdä käyttämällä yhtä tai useaa selittävää muuttujaa. Regressioyhtälön suora on muotoa

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$$

jossa y on selitettävän muuttujan arvo ja vakio α ilmoittaa suoran ja y-akselin leikkauspisteen. Regressiokerroin β on suoran kulmakerroin ja kuvaa sitä, kuinka paljon selitettävän muuttujan arvo muuttuu, mikäli x eli selittävä muuttuja kasvaa yhden yksikön verran. Jäännöstermi ε eli residuaali puolestaan kuvaa satunnaisvaihtelua, eli vaihtelua jota

lineaarinen malli ei pysty selittämään. (Heikkilä 2005, s. 238–239; Mellin 2006) Satunnaisvaihtelun syitä ovat muun muassa ilmiötä selittävien muuttujien puuttuminen ennusteesta ja muuttujien arvojen mittausvirheet (Hand et al. s. 369). Autojen lukumäärää mittaessa satunnaisvirhettä voivat aiheuttaa esimerkiksi ihmisten henkilökohtaiset tekijät kuten arvot ja asenteet, joita ei voida mitata konkreettisesti kuten asunnon kokoa ja tai asunnon etäisyyttä rautatieasemasta.

Laskettaessa lineaarisesta regressioanalyysiä laskentaohjelmien oletuksena on usein se, että vakio eli α on erisuuri kuin nolla, eli sovitettu suora ei kulje origon kautta. Regressiosuora voidaan kuitenkin sovittaa kulkemaan origon kautta tilanteissa, joissa on vahvasti syytä olettaa suoran kulkevan origon kautta tutkittavan ilmiön luonteesta johtuen ja datapisteiden sijoittumisen perusteella. Molempien ehtojen tulee täytyä, sillä sopivin regressiosuora saattaa sisältää vakion, vaikka ilmiön luonne saattaisi implikoida vakion puuttumista. Tämä tilanne voi olla esimerkiksi silloin, kun havaintopisteet sijaitsevat kaukana origosta. Vakion olemassaolon vaikutusta voidaan testata myös vertailemalla origon kautta kulkevaa ja origon kautta kulkemattoman suoran antamia tuloksia. (Montgomery et al. 2012, s. 45–48)

Regressioanalyysiin liittyy tiettyjä edellytyksiä. Yksi näistä edellytyksistä on se, että selitettävän ja selittävän muuttujan välillä on lineaarinen riippuvuus. Lineaarista riippuvuutta voidaan mitata esimerkiksi korrelaatiokerroimen avulla. Pearsonin korrelaatiokerroin on yleisesti käytetty menetelmä välimatka-asteikollisten muuttujien riippuvuussuhteen voimakkuuden selvittämiseen. Pearsonin korrelaatiokerroin lasketaan jakamalla muuttujien kovarianssi muuttujien keskihajonnan tulolla eli

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

jossa s_x ja s_y ovat muuttujien x ja y keskihajonnat. (Heikkilä 2005, s. 90–91)

Korrelaatiokerroin voi saada arvoja 1 ja -1 välillä. Arvot 1 ja -1 kuvaavat täydellistä lineaarista riippuvuutta ja arvo 0 merkitsee lineaarisen riippuvuuden puuttumista kokonaan. Negatiivinen korrelaatio (arvot 0 ja -1 välillä) tarkoittavat negatiivista riippuvuutta, eli toisen muuttujan kasvaessa toinen muuttuja pienenee. Positiivinen korrelaatio (arvot 0 ja +1 välillä) puolestaan kuvaa positiivista riippuvuutta, eli toisen muuttujan kasvaessa myös toinen muuttuja kasvaa. Korrelaatiokerroin kuvaa ainoastaan lineaarisen riippuvuuden olemassaoloa, joten on huomattava, ettei korrelaatiokerroimella voida poissulkea muuttujien välisen riippuvuuden olemassaoloa, sillä riippuvuus voi olla myös epälineaarista. (Heikkilä 2005 s. 90–92)

Lineaarisen regressioanalyysin valintaa voidaan perustella sillä, että se on yksi käytetyimmistä ennustemenetelmistä. Se on helposti laskettavissa sekä ymmärrettävissä. Muutaman muuttujan lineaariseen regressioanalyysiin ei tarvita välttämättä edes tilasto- tai las-

kentaohjelmia, vaan regressioanalyysi voidaan suorittaa esimerkiksi Excelillä. Lineaarisella regressiolla päästään usein hyviin tuloksiin suhteellisen yksinkertaisella mallilla, myös usein tilanteissa joissa selitettävän ja selittävän muuttujan suhde ei ole täysin lineaarinen. (Hand et al. 2002, s. 369)

Muita mahdollisia menetelmiä tutkimuksessa käsitellyn ongelman mallintamiseen on esimerkiksi neuroverkot. Neuroverkot ovat ihmisaivojen toimintaa jäljittelevä useista taasoista muodostuvia verkkoja, jotka pyrkivät oppimaan niille syötetystä datasta siinä olevia riippuvaisuuksia tai luokituksia. Neuroverkkojen avulla voidaan päästä hyvin tarkkoihin ennusteisiin ja sen avulla voidaan ennustaa myös epälineaarisia riippuvaisuuksia. (Hand et al. 2002, s. 153, 391–392) Neuroverkkojen rakentaminen vaatii kuitenkin asiaan perehtyneisyyttä sekä kunnollista laskentaohjelmaa. Myös mallin päivittäminen on huomattavasti vaativampaa kuin lineaarisen regressioanalyysin. Toimeksiantajan toiveena oli, että heidän ei tarvitse hankkia erillisiä laskentaohjelmia mallin päivittämistä varten ja että pieniä päivityksiä olisi mahdollista tehdä itse. Neuroverkkojen toimintaa on huomattavasti haastavampi esitellä esimerkiksi poliittisille päättäjille kuin esimerkiksi regressioanalyysin toimintaa. Neuroverkot ovat niin sanottuja ”black box- menetelmiä”, jolla viitataan siihen, että on hyvin hankalasti määriteltävissä, mitä neuroverkko on oppinut. Voidaan siis helposti nähdä neuroverkkoon syötettävä data (input) ja sen antama tulos (output), mutta on hankalaa tai jopa mahdoton selittää, mitä näiden välisessä ”mustassa laatikossa” on tapahtunut. Tämän takia neuroverkkojen toimintaa on vaikeampi selittää ja niiden oikeellisuutta perustella esimerkiksi poliittisessa päätöksenteossa. Toimeksiantajan toiveisiin kuului se, että ennustemenetelmä perustuisi sellaiseen menetelmään, joka on helposti ymmärrettävissä.

Lineaarinen regressioanalyysi on erittäin suosittu menetelmä ennustamiseen ja se täyttää toimeksiantajan asettamat vaatimukset erittäin hyvin. Tämän vuoksi lineaarisesta regressioanalyysistä testattiin kerättyyn aineistoon. Lineaarisella regressioanalyysillä saavutetut tulokset olivat erittäin hyvät, joten regressioanalyysin lisäksi muita menetelmiä ei päädytty testaamaan. Ennustemalli ja sen tulokset on esitelty luvussa 8.

7.3 Datan analysointi

Varsinainen datan analysointi aloitettiin tutkimalla korrelaatiokertoimia, jotta saataisiin selville auton omistukseen eniten vaikuttavat tekijät. Eniten autojen lukumäärän kanssa korreloivat väestön lukumäärä, naisten ja miesten lukumäärä, 18–64 vuotiaiden lukumäärä sekä omistusasuntojen määrä. Näiden kaikkien korrelaatiokerroin on suurempi kuin 0,75, eli asioiden välillä on vahva positiivinen riippuvuussuhde. Kohtalainen korrelaatiokerroin ($0,75 > \text{korrelaatiokerroin} > 0,48$) on autojen lukumäärän ja 0–17 vuotiaiden sekä yli 65 vuotiaiden välillä. Kokonaissaavutettavuuden ja talouksien mediaanitulojen korrelaatiokertoimet olivat itseisarvoltaan noin 0,3. Näitä muuttujia pidettiin korrelaatiokertoimen perusteella vahvimmin autojen lukumäärää selittävinä.

Korrelaatiokertoimen tilastollista merkitsevyyttä voidaan mitata p -arvolla. P -arvo kuvaa todennäköisyyttä saada kyseinen korrelaatiokertoimen arvo sattumanvaraisesti, eli ilman että korrelaatiota todellisuudessa on olemassa. Yleisesti käytössä on 5 % todennäköisyys, eli korrelaatiota pidetään tilastollisesti merkittävänä, mikäli todennäköisyys korrelaation sattumaan on alle 5 % eli $p < 0,05$. P -arvo riippuu tutkimuksen otoskoosta, ja suurilla otoksilla hyvin pienikin korrelaatio on tilastollisesti merkittävää. Korrelaatiokertoimen tulkintaan ei ole olemassa tarkkoja rajoja, mutta yleensä alle 0,3 korrelaatiokerrointa pidetään merkityksettömänä, vaikka p -testin mukaan tulos olisi tilastollisesti merkitsevä. (Heikkilä 2005, s. 206) Kaikkien edellä mainittujen muuttujien korrelaatiokertoimen p -arvo oli $< 0,05$.

On kuitenkin huomattava, että regressioanalyysiin voidaan ottaa mukaan myös tekijöitä, joiden merkitys vaikuttaa tilastollisessa analyysissä hyvin pieneltä, mutta joiden merkitys on huomattu esimerkiksi aiemmissa tutkimuksissa tai tekijän tiedetään tai vahvasti arvelaan vaikuttavan tutkittavaan ilmiöön. On mahdollista, että tekijä lisää mallin selitysvoimaa, vaikka sen merkitsevyys vaikuttaisi pieneltä. Korrelaatiokertoimien tulkinnassa on täten huomioitava mallin sisällöllinen merkitys (Heikkilä 2005, s. 206).

Lineaarisen regressioanalyysin rakentaminen aloitettiin valitsemalla sopivia muuttujia. Kuten aiemmin mainittiin, niitä muuttujia, jotka eivät korreloi selitettävän muuttujan kanssa ja joilla ei ole oletettavasti suurta merkitystä, ei ole syytä sisällyttää malliin. Lisäksi osa muuttujista ovat sellaisia, ettei niitä voi luotettavasti tietää tai mitata hankkeen rakennusvaiheessa. Rakennusvaiheessa ei voida luotettavasti tietää, minkä ikäisiä ihmisiä rakennukseen muuttaa (ellei kyse ole esimerkiksi vanhus- tai nuorisotalosta), mikä on muuttavien ihmisten sukupuoli, kansalaisuus tai mediaanitulot. Toki alueellisia eroja voidaan erottaa, mutta ennustemallissa nämä tekijät tulisi tietää melko yksityiskohtaisesti. Tämän vuoksi tarkastelusta jätettiin pois muuttujat ikä, sukupuoli, kansalaisuus ja mediaanitulot, vaikka osalla näistä tekijöistä oli merkitsevä korrelaatiokerroin.

Jäljelle jääneitä muuttujia tarkasteltiin niin sanotulla askeltavalla menetelmällä (*stepwise-menetelmä*), jossa muuttujia lisätään (*forward-menetelmä*) tai poistetaan (*backward-menetelmä*) matkalla lopulliseen malliin sen mukaan, mikä niiden selityskyky ja tilastollinen merkitsevyys on (Mellin 2006, s. 375–376). Regressioanalyysin tavoitteena on yleensä löytää malli, jossa on mahdollisimman vähän selittäviä muuttujia niin, että mallin oleelliset piirteet voidaan kuitenkin kuvata selittävien muuttujien avulla (Vehkalahti 2003).

Tässä tutkimuksessa käytettiin forward-menetelmää, eli muuttujia lisättiin yksitellen niiden selitysosuuden perusteella niin kauan, kunnes jäljelle jääneet muuttujat eivät selittäneet muuttujaa riittävästi. Kollineaarisuuden vuoksi malliin ei kuitenkaan sisällytetty täysin samaa asiaa mittaavia tekijöitä, kuten molempia muuttujista omistus- ja vuokra-asuntojen määrä. Lisäksi mikäli tekijän p -arvo oli mallissa merkittävästi yli $p > 0,05$ eli tekijä ei ollut tilastollisesti merkitsevä, tekijän lisäämistä harkittiin erikseen. Muuttujista, joita

on kohtalaisen helppo arvioida jo hankkeen rakennusvaiheessa, eniten autojen lukumäärän kanssa korreloivat väestön lukumäärä ja omistusasuntojen lukumäärä. Kokonaissäävutettavuuden lisääminen lisäsi mallin selitysvoimaa. Mallin selityskykyä paransivat myös asumisväljyys ja asuntojen keskikoko. Asuntojen keskikoko oli kuitenkin mallissa tilastollisesti ei-merkittävä eikä sillä ollut juurikaan selitysvoimaa kasvattavaa vaikutusta asumisväljyyden lisäksi, minkä vuoksi se jätettiin pois mallista. Lopullinen malli muodostui täten muuttujista väestön lukumäärä, omistusasuntojen lukumäärä, kokonaissäävutettavuus sekä asumisväljyys. Ennustemalli ja sen tulokset on esitelty tarkemmin luvussa 8.

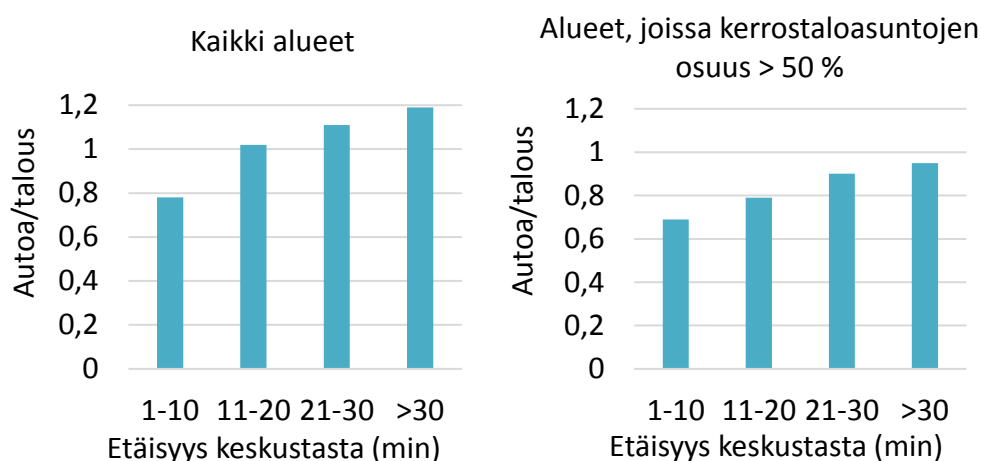
8. ASUKASPYSÄKÖINTIPAikkojen TARPEEN ENNUSTAMINEN

8.1 Auton omistukseen vaikuttavia tekijöitä Keravalla

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia, mitkä tekijät vaikuttavat autojen lukumäärään ja muodostaa näiden tekijöiden pohjalta malli, jonka avulla voidaan ennustaa asukaspysäköintipaikkojen todellista tarvetta. Muodostettu ennustemalli on esitelty luvussa 8.2. Malliin ei pystytty sisällyttämään kaikkia tarkasteltuja tekijöitä, eikä mallista ole helppo vertailla eri tekijöiden vaikutusta yksittäin. Tässä luvussa on puolestaan esitelty tärkeimpiä havaintoja visualisoimalla yksittäisten tekijöiden vaikutusta autonomistusasteeseen Keravalla. Havainnot ovat jaettu asunnon sijaintiin ja asumismuotoon sekä väestöön liittyviin tekijöihin. Tulosten ymmärrettävyyden parantamiseksi tässä kappaleessa on autojen lukumäärää kuvattu talouksien autonomistusasteena, eli kuinka monta autoa taloutta kohti keskimäärin tarkastellussa kohteessa omistetaan.

Asunnon sijainti ja asumismuoto

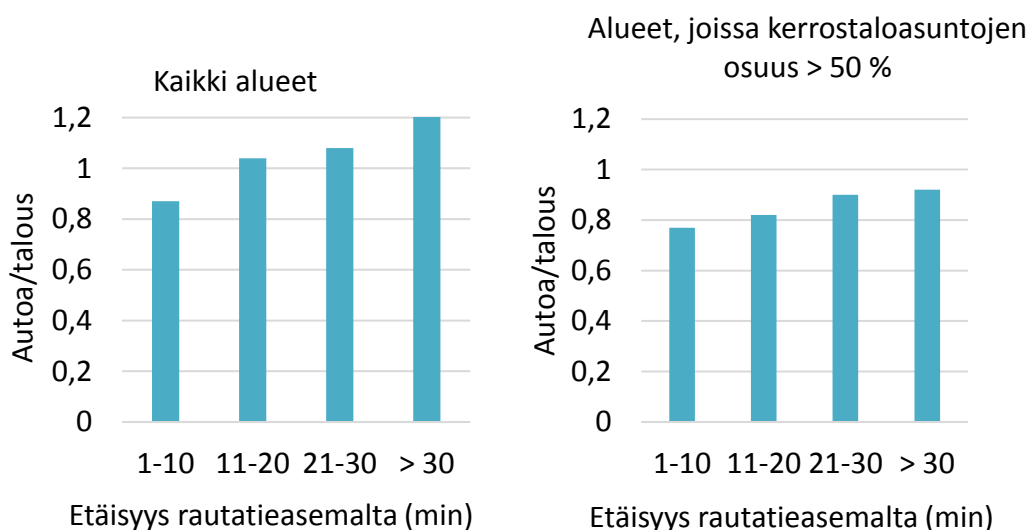
Aiemmissa tutkimuksissa (esimerkiksi Dargay 2002; Acker & Witlox 2010; Anowar et al. 2015) on huomattu, että asunnon sijainti yhdyskuntarakenteessa sekä palveluiden ja joukkoliikenteen saavutettavuus vaikuttavat vahvasti auton omistukseen. Autonomistusasteen on useissa kaupungeissa havaittu olevan pienempi alueilla, joiden saavutettavuus ja palvelutaso ovat hyviä. Tämän tutkimuksen löydökset ovat samanlaisia, sillä autonomistusaste kasvaa palveluiden etäisyyden kasvaessa. Kuvasta 31 nähdään selvästi Keravan keskustan etäisyyden vaikutus autojen lukumäärään taloutta kohti.



Kuva 31: Autojen keskimääräinen lukumäärä taloutta kohti keskustan kävelyetäisyyden mukaan. Vasemmanpuoleisessa kaaviossa ovat mukana kaikki alueet, oikeanpuoleisessa vain alueet, joissa asunnoista yli 50 % ovat kerrostaloja.

Jos huomioidaan kaikki asumismuodot, niin keskustassa omistetaan lähes 0,4 autoa vähemmän taloutta kohti kuin syrjäisemmillä alueilla. Erosta kuitenkin osa selittyy sillä, että keskustassa on huomattavasti enemmän kerrostaloasuntoja kuin syrjäisemmillä alueilla, ja kerrostaloissa omistetaan vähemmän autoja kuin rivi- ja omakotitaloissa. Kun vertaillaan alueita, joissa on vähintään 50 % asunnoista kerrostaloja, keskustan ja syrjäseutujen auton omistuksen ero on noin 0,25 autoa taloutta kohti. Dargayn (2002) tekemässä tutkimuksessa kaupunkialueella kotitalouksilla oli keskimäärin 0,3 autoa vähemmän kotitaloutta kohti kuin kaupungin ulkopuolisilla alueilla. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset kotitalouden sijainnin merkityksestä autonomistusasteeseen ovat täten hyvin samansuuruiset kuin Dargayn (2002) tutkimuksessa.

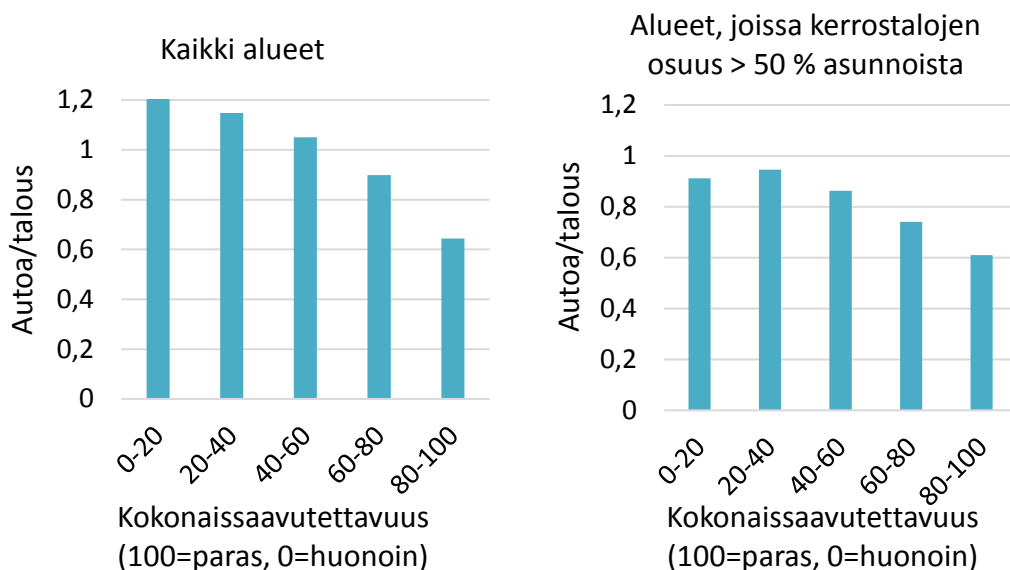
Esimerkiksi Acker & Witlox (2010) ovat Belgiassa toteutetussa tutkimuksessa todenneet, että rautatieaseman etäisyydellä on vaikutusta auton omistukseen. Tutkimuksen mukaan lyhyt etäisyys rautatieasemalle vähentää kotitalouksien autojen lukumäärää. Myös Keravalla rautatieaseman etäisyys vaikuttaa autojen omistukseen (kuva 32). Kerrostalovaltaisilla alueilla rautatieaseman vaikutus on auton omistukseen hieman pienempi kuin keskustan vaikutus. Tämä voi johtua siitä, että Savion asemalla ei ole yhtä suurta vaikutusta auton omistukseen kuin Keravan keskustan rautatieasemalla, sillä Savion aseman palvelutaso ei ole yhtä hyvä kuin Keravan keskustan rautatieaseman palvelutaso.



Kuva 32: Autojen keskimääräinen lukumäärä taloutta kohti rautatieaseman kävelyetäisyyden mukaan. Vasemmanpuoleisessa kaaviossa ovat mukana kaikki alueet, oikeanpuoleisissa vain alueet, joissa asunnoista yli 50 % ovat kerrostaloja.

Keskustan ja rautatieaseman etäisyyden lisäksi yleisimpien palveluiden ja joukkoliikenteen saavutettavuuden yhteisvaikutusta keskimääräiseen autonomistusasteeseen voidaan tarkastella tutkimuksessa muodostetun kokonaissaavutettavuuden avulla. Kokonaissaavutettavuuden muodostuminen on kuvattu luvussa 6.1. Kuvassa 33 on kokonaissaavutettavuuden vaikutus autojen lukumäärään taloutta kohti kaikilla alueilla ja kerrostalovaltaisilla alueilla. Parhaiten saavutettavilla alueilla, eli alueilla joissa saavutettavuuden

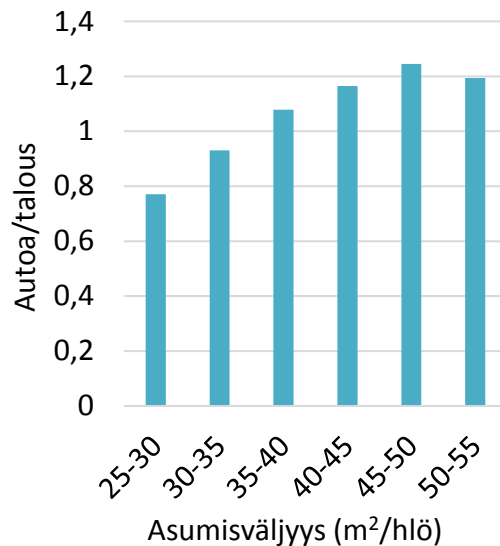
arvo on korkea, autoja on taloutta kohti huomattavasti vähemmän kuin huonommin saavutettavilla alueilla.



Kuva 33: Autojen keskimääräinen lukumäärä taloutta kohti kokonaissaavutettavuuden mukaan. Vasemmanpuoleisessa kaaviossa ovat mukana kaikki alueet, oikeanpuoleisessa vain alueet, joissa asunnoista yli 50 % ovat kerrostaloja.

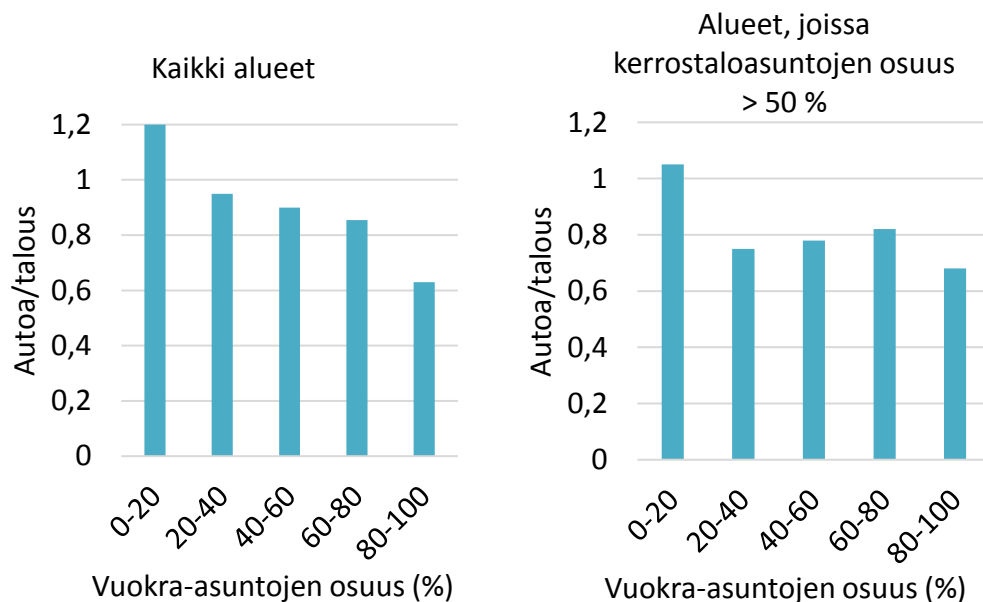
Parhaan saavutettavuuden arvон alueilla autoja on taloutta kohti vain 0,6 autoa/talous ja huonoiten saavutettavilla alueilla noin 1,2 autoa/talous. Keskimäärin Keravan laita-alueilla kotitaloudet omistavat siis autoja kaksinkertaisen lukumäärän verrattuna Keravan keskusta-alueille. Täten on hyvin perusteltua mitoittaa keskustaan vähemmän autopaikkoja kuin kaupungin syrjäisimmille alueille. Kerrostalovaltaisilla alueilla ero ei ole yhtä merkittävä, mutta saavutettavuudella on kuitenkin selvä vaikutus autojen lukumäärään. Tutkittaessa kerrostalovaltaisia alueita autojen lukumäärä taloutta kohti ei kasva enää saavutettavuusluvun 40 jälkeen. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että heikomman saavutettavuuden alueella ei ole juurikaan kerrostaloja, joten autojen lukumäärä taloutta kohti on muodostettu hyvin pienestä otannasta, eikä sen takia kuvaa luotettavasti ilmiön käyttäytymistä.

Asunnon sijainnin lisäksi asumista voidaan luokitella esimerkiksi asumisväljyyden mukaan. Asumisväljyydellä tarkoitetaan keskipinta-alaa, joka saadaan jakamalla talouksien asuinhuoneistojen pinta-ala asukkaiden lukumäärällä (Tilastokeskus 2017c). Asumisväljyyden vaikutuksesta auton omistukseen ei löytynyt juurikaan tietoa aiheeseen liittyvistä aiemmista tutkimuksista, mutta kerätyn aineiston perusteella Keravalla autojen lukumäärä taloutta kohti kasvaa asumisväljyyden kasvaessa (kuva 34).



Kuva 34: Autojen keskimääräinen lukumäärä taloutta kohti asumisväljyyden mukaan.

Aiempien tutkimusten mukaan myös asumismuoto ja asunnon hallintasuhde vaikuttavat auton omistukseen. Aiemmissä tutkimuksissa on huomattu, että omakoti- ja rivitaloissa auton omistustasaste on korkeampi kuin kerrostaloissa (Kalenoja 2002; Potoglou & Kanaroglou 2008). Kalenolan (2002) ja Litmanin (2006, s. 37–38) mukaan omistusasunnoissa omistetaan enemmän autoja kuin vuokra-asunnoissa. Myös Keravalla hallintasuhde vaikuttaa tämän tutkimuksen perusteella vaikuttavan autojen omistukseen. Kuvassa 35 on tutkittu asunnon hallintasuhteen vaikutusta talouksien keskimääräiseen autojen lukumäärään.



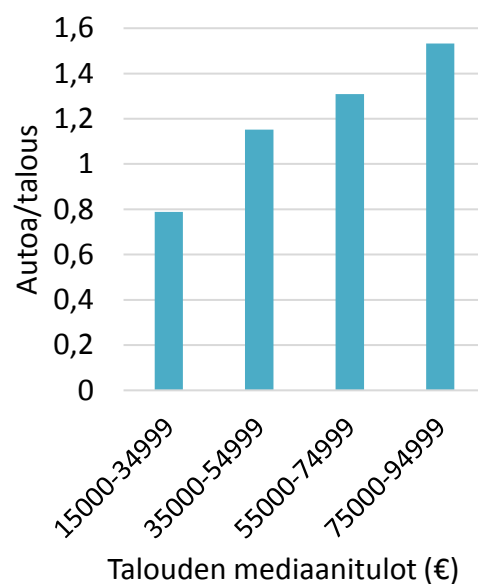
Kuva 35: Autojen keskimääräinen lukumäärä taloutta kohti vuokra-asuntojen osuuden mukaan. Vasemmanpuoleisessa kaaviossa ovat mukana kaikki alueet, oikeanpuoleisessa vain alueet, joissa asunnoista yli 50 % ovat kerrostaloja.

Tämä tutkimus tukee aiempia havaintoja siitä, että vuokra-asunnoissa omistetaan vähemmän autoja taloutta kohden kuin omistusasunnoissa. Tarkasteltaessa kaikkia alueita huomataan, että alueilla joissa asunnoista yli 80 % on vuokra-asuntoja, omistetaan keskimäärin hieman yli 0,6 autoa taloutta kohden ja alueilla joissa asunnoista alle 20 % on vuokra-asuntoja, autoja omistetaan noin 1,2 taloutta kohden. Ero on täten huomattavan suuri. Vuokra-asunnot ovat usein kerrostaloasuntoja, joten eroa voisi selittää myös kerrostaloasumisen vaikutus auton omistukseen asunnon hallintamuodon sijasta. Jos tarkastellaan alueita, joissa suurin osa asunnoista on kerrostaloja, on silti vuokra-asunnoissa vähemmän autoja kuin omistusasunnoissa, mutta ero ei ole yhtä selkeä.

Väestö

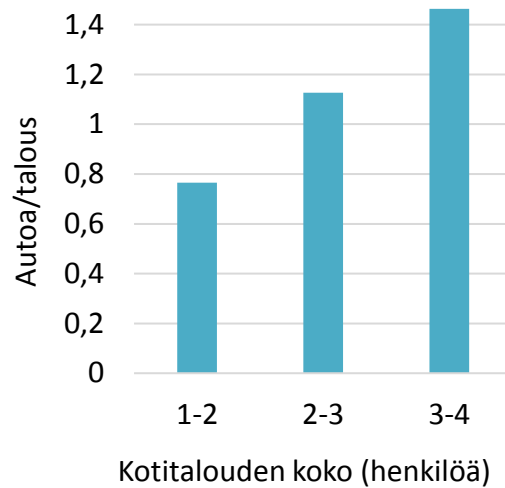
Asumiseen ja yhdyskuntarakenteeseen liittyvien tekijöiden lisäksi väestöön liittyvillä tekijöillä on aiemmissa tutkimuksissa huomattu olevan yhteys autonomistusasteeseen. Eri-tyisesti tulotasolla (Dargay 2001; Dargay 2002; Whelan 2007; Clark 2009), kotitalouden koolla ja lasten lukumäärällä on huomattu olevan vaikutusta autonomistusasteeseen (Clark 2009).

Talouksien tuloilla on myös Keravalla selvä yhteys auton omistukseen. Ylimpään tuloluokkaan kuuluvilla talouksilla on keskimäärin 1,5 autoa taloutta kohti, kun taas alimpaan tuloluokkaan kuuluvilla on keskimäärin 0,8 autoa taloutta kohti (kuva 36). Ylimpään tuloluokkaan kuuluvat taloudet omistavat täten lähes kaksi kertaa niin paljon autoja kuin alimpaan tuloluokkaan kuuluvat taloudet. Korkeimman tuloluokan taloudet asuvat pääasiassa omakotitaloissa, joten myös asumismuoto voi näiden talouksien kohdalla selittää korkeampaa autonomistusastetta. Toiseksi korkeimmassa tuloluokassa on jo kuitenkin mukana paljon myös kerrostaloasunnoissa asuvia, joten eroa ei selitä pelkästään asumismuoto, vaan myös tulotasolla on vaikutusta autonomistusasteeseen.



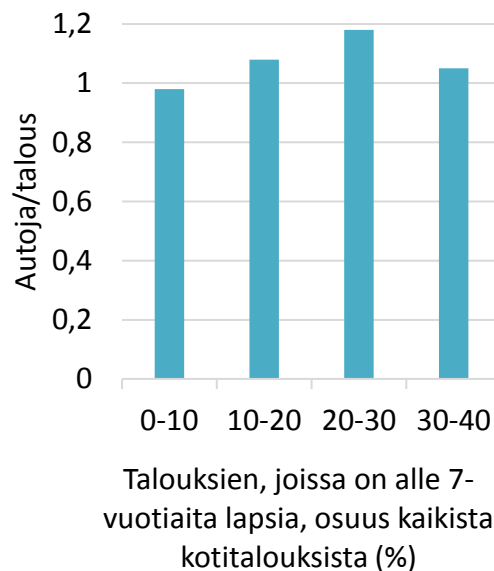
Kuva 36: Talouden mediaanitulojen vaikutus autojen lukumäärään taloutta kohti.

Mediaanitulojen lisäksi talouden keskikoko vaikuttaa autojen lukumäärään. Kuvasta 37 nähdään, että talouden keskikoon kasvaessa myös autojen lukumäärä taloutta kohti kasvaa. Suuremmissa talouksissa on todennäköisesti useampia työssäkäyviä aikuisia ja myös lasten olemassaolo voi lisätä autonomistusastetta.



Kuva 37: Kotitalouden koon vaikutus keskimääräiseen autojen lukumäärään taloutta kohti.

Lasten vaikutuksesta autonomistusasteeseen ei kuitenkaan saatu luotettavaa vastausta aineistosta. Esimerkiksi kuvassa 38 on talouksien, joissa on alle 7-vuotiaita lapsia, osuus kaikista talouksista ja keskimääräinen autojen lukumäärä taloutta kohden.



Kuva 38: Talouksien, joissa on alle 7-vuotiaita lapsia, keskimääräinen autojen lukumäärä taloutta kohden.

Clarkin (2009) mukaan talouksissa, joissa on nuoria lapsia, autonomistusaste on korkeampi kuin lapsettomissa talouksissa, mutta Keravalta kerätystä aineistosta ei voi tehdä samaa päätelmää. Autonomistusaste kasvaa hieman talouksien, joissa on nuoria lapsia, osuuden noustessa 30 prosenttiin, mutta siitä suuremmilla osuuksilla auton omistus puolestaan laskee. Tulos voi johtua kerätyn datan epätarkkuudesta, sillä kotitalouden koon vaikutuksesta auton omistukseen voidaan kuitenkin päätellä, että lasten lukumäärä lisää todennäköisyyttä omistaa auto. Toisaalta muiden tekijöiden, kuten esimerkiksi asunnon sijainnin, merkitys auton omistukseen voi olla suurempi kuin lasten olemassaolon.

Myöskään vanhusten, eläkeläisten tai opiskelijoiden määrän vaikutusta auton omistukseen ei pystytty selvittämään kerätyllä datalla. Syitä tähän voivat olla esimerkiksi datan epätarkkuus. Opiskelijat ja eläkeläiset ovat lisäksi jakautuneet melko tasaisesti eri puolille Keravaa, sillä Keravan eri kaupunginosien väliset erot esimerkiksi asuntojen hinnoissa ovat melko pieniä. Opiskelijoiden ja eläkeläisten vaikutusten selvittämiseen tarvittaisiin täten tarkempaa dataa ja analyysijä. Voi myös olla, että Keravalla eläkeläisten ja opiskelijoiden autonomistusaste ei poikkea merkittävästi työelämässä olevien autonomistusasteesta.

Suurin osa tutkituista tekijöistä vaikuttavat autojen lukumäärään samalla tavalla kuin aiemmissa tutkimuksissa on havaittu. Kaikista tekijöistä ei voitu kuitenkaan tehdä päätelmiä kerätyn aineiston pohjalta. Tämä voi johtua datan epätarkkuudesta tai siitä, etteivät nämä tekijät vaikuta merkittävästi auton omistukseen Keravalla. Tekijöiden vaikutuksen tutkimiseen tarvittaisiin vielä tarkempaa aineistoa käyttöön kuin mitä tässä tutkimuksessa oli saatavilla. On myös huomattava, että edellä esitettyjen kuvaajien perusteella ei voida päätellä onko tekijöiden ja auton omistuksen välillä puhdas kausaalisuhde. Kausaalisuhde tarkoittaa syy-seuraussuhdetta, eli sitä että selittävän muuttujan arvot johtuvat selittävistä muuttujasta (Heikkilä 2005, s. 204–205). Esimerkiksi kotitalouden koon vaikutus auton omistukseen voikin johtua siitä, että suuremmissa kotitalouksissa on isommat mediaanitulot. Asumismuodon vaikutusta tuloksiin on vähennetty tarkastelemalla eräiden muuttujien yhteydessä erikseen kerrostalovaltaisia alueita. Kuvaajista nähdään kuitenkin hyvin ilmiön keskimääräinen käyttäytyminen.

8.2 Asukaspysäköintipaikkojen ennustemalli

Keravalla auton omistukseen vaikuttavien tekijöiden tunnistamisen lisäksi kerätyn aineiston pohjalta haluttiin luoda ennustemalli, jolla voitaisiin arvioida autopaikkojen todellista kysyntää rakennettaviin asuntoihin jo suunnitteluvaiheessa. Tässä luvussa on esitelty ennustemalli ja arvioitu sen toimivuutta ja luotettavuutta. Asukaspysäköintipaikkojen ennustemalli on tehty hyödyntäen lineaarista regressioanalyysiä, jonka periaatteet on esitelty luvussa 7.2.

Ennustemallissa käytettävät muuttujat ovat väestön lukumäärä, kokonaissaavutettavuus, asumisväljyys ja omistusasuntojen lukumäärä. Taulukossa 5 on esitetty yhteenveto käytettyjen muuttujien tietolähteistä ja yksiköistä.

Taulukko 5: Muuttujien yhteenveto.

Muuttuja	Tietolähde	Yksikkö
Väestön lukumäärä	Facta-kuntarekisteri	Henkilöä
Kokonaissaavutettavuus	Saavutettavuusmalli	Saavutettavuusarvo (0-100)
Asumisväljyys	Tilastokeskuksen ruututietokanta	m ² /henkilö
Omistusasuntojen lukumäärä	Tilastokeskuksen ruututietokanta	Omistusasuntoa

Asumisväljyyden arvo ja omistusasuntojen lukumäärä ovat saatu suoraan Tilastokeskuksen ruututietokannasta. Asumisväljyys on keskipinta-ala, joka on laskettu ruututietokannassa jakamalla asuinhuoneistojen pinta-ala asukkaiden lukumäärällä. Väestön lukumäärä on puolestaan saatu Facta-kuntarekisteristä, jonka tiedot ovat peräisin suoraan Väestörekisterikeskuksesta. Nämä tiedot ovat siirretty paikkatieto-ohjelmassa luotuun ruudukkoon, joka jakaa Keravan hehtaarin kokoisiin alueisiin. Myös saavutettavuusmallista saadut kokonaissaavutettavuutta kuvaavat arvot ovat lisätty ruudukkoon. Saavutettavuusarvo kuvaa sitä, kuinka helposti yleisimmät palvelut ja joukkoliikenne ovat saavutettavissa kävellen tai pyörällä tietyltä alueelta. Saavutettavuuden maksimiarvo on 100, joka kuvaa parasta saavutettavuutta Keravalla. Minimiarvo on puolestaan 0. Saavutettavuusmallin muodostumista kuvataan luvussa 6.1. Regressioanalyysiin saadaan muuttujien arvot halutulta alueelta suoraan paikkatieto-ohjelmaan luodusta ruudukosta.

Regressioanalyysi on muotoa:

$$y = \alpha + \beta_1 * \text{väestön lukumäärä} + \beta_2 * \text{kokonaissaavutettavuus} + \beta_3 * \text{asumisväljyys} + \beta_4 * \text{omistusasunnnot} + \varepsilon$$

Vakio α on ennustemallissa arvoltaan nolla. Tämä johtuu ensinnäkin ilmiön luonteesta, sillä yksityisiä autoja ei voi olla olemassa, mikäli kaikki muuttujat saavat arvon nolla. Lisäksi datapisteiden sijoittumisen perusteella suoran sovittaminen origon kautta oli perusteltavissa. Mallia testattiin myös ilman vakiota (eli vakion arvolla nolla) sekä vakion kanssa. Paremmat tulokset saatiin mallilla, jossa vakion arvo oli nolla. Näin ollen päätettiin käyttää mallia, jossa vakio saa arvon nolla.

Yhtälöön voidaan sijoittaa regressioanalyysin laskemat regressiokertoimet, jolloin yhtälö on muotoa:

autojen lukumäärä

$$= (0,291 * \text{väestön lukumäärä}) \\ + ((-0,026) * \text{kokonaissaavutettavuus}) \\ + (0,073 * \text{asumisväljyys}) + (0,210 * \text{omistusasunnot})$$

Lineaarisen regressioanalyysin kykyä selittää ilmiön käyttäytymistä voidaan kuvata mallin selityskyvyn avulla. Lineaarisen regressioanalyysin selityskykyä mitataan yleensä selityssasteen, F:n tarkkuuden ja keskivirheen avulla. Taulukossa 6 on esitetty ennustemallin tunnusluvut.

Taulukko 6: Ennustemallin selityskyvyn arvioinnin tunnusluvut.

Suhteutettu selityssaste	0,928
F:n tarkkuus	0
Keskivirhe	5,6

Mallin suhteutettu selityssaste on 0,928, joka tarkoittaa, että mallissa käytettyjen selittävien muuttujien avulla voidaan selittää 92,8 % selitettävän muuttujan (eli autojen lukumäärän) vaihtelusta. Suhteutettu selityssaste ottaa huomioon selittävien muuttujien lukumäärän, minkä vuoksi se on usean selittävän muuttujan regressioanalyysissä käyttökelpoisempi kuin normaali selityssaste. Ennustemallin selityssastetta 0,928 voidaan pitää korkeana, eli malli sopii hyvin ilmiön selittämiseen. F:n tarkkuudella mitataan mallin tilastollista merkitsevyyttä. F:n tarkkuus saadaan F-testin merkitsevyystasosta ja kuten aiemmin mainittiin, malli on tilastollisesti merkitsevä, jos $p\text{-arvo} < 0,05$. Mallissa F-testin $p\text{-arvo}$ on 0, eli malli on tilastollisesti merkitsevä. Mallin keskivirhe on puolestaan 5,6. Keskivirhe tarkoittaa virhetermien keskihajontaa. Autojen lukumäärän vaihtelu on malliin käytetyssä aineistossa välillä 0–105, joten keskivirhe on kohtalainen. (Heikkilä 2005, s. 238–241, 252) Regressioanalyysi on muodostettu 894 havainnosta, joten myös mallin otoskoko on riittävän suuri.

Koko mallin tilastollisen merkitsevyyden arvioinnin lisäksi regressioanalyysissä käytettyjen selittävien muuttujien merkitsevyys tulee arvioida. Arviointi suoritetaan arvioimalla $p\text{-arvo}$ eli merkitsevyystasoa. Taulukossa 7 on selittävien muuttujien $p\text{-arvot}$ ja päätelmä niiden tilastollisesta merkitsevyydestä.

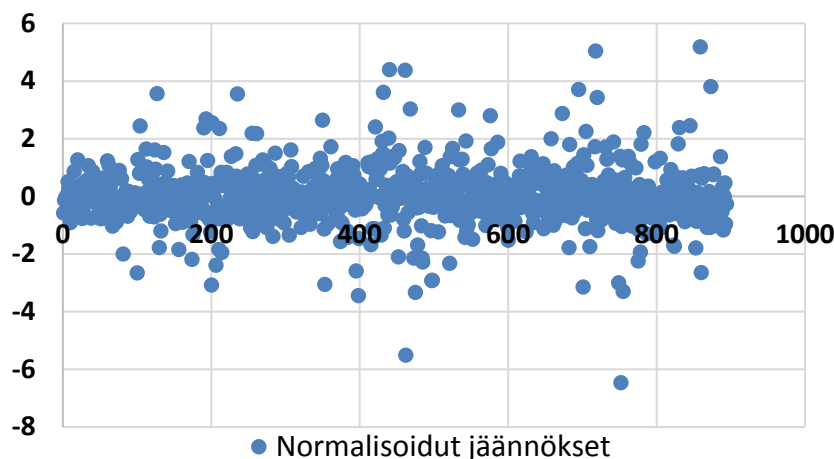
Taulukko 7: Selittävien muuttujien tilastollinen merkitsevyys.

Muuttuja	Kertoimet	P-arvo	Tilastollinen merkitsevyys
Väestön lukumäärä	0,291	$5,2 \cdot 10^{-200}$	$P < 0,05 \rightarrow$ tilastollisesti merkitsevä
Kokonaissaavutettavuus	-0,026	0,0038	$P < 0,05 \rightarrow$ tilastollisesti merkitsevä
Asumisväljyys	0,073	$3,97 \cdot 10^{-12}$	$P < 0,05 \rightarrow$ tilastollisesti merkitsevä
Omistusasunnot	0,210	$1,34 \cdot 10^{-16}$	$P < 0,05 \rightarrow$ tilastollisesti merkitsevä

Kuten taulukosta nähdään, kaikki selittävät muuttujat ovat p-arvon perusteella tilastollisesti merkitseviä. Muuttujien kertoimista voidaan päätellä, miten paljon selitettävän muuttujan eli autojen lukumäärän arvo kasvaa keskimäärin, jos selittävä muuttuja kasvaa yhden yksikön verran (Heikkilä 2005, s. 238). Jos esimerkiksi muuttuja 'väestön lukumäärä' kasvaa yhden yksikön verran, eli yhden asukkaan verran, autojen lukumäärä lisääntyy 0,291 verran. Kertoimista voidaan päätellä, että väestön lukumäärän, asumisväljyyden ja omistusasuntojen lukumäärän kasvaminen kasvattaa myös autojen lukumäärää. Kokonaissaavutettavuuden kasvaminen puolestaan pienentää autojen lukumäärää. Saadut tulokset ovat pääosin samanlaisia kuin aiemmissa tutkimuksissa. Asukkaiden lukumäärä ohjaa vahvasti autojen lukumäärää ja omistusasunnoissa autonomistusaste on keskimäärin korkeampi kuin vuokra-asunnoissa. Kokonaissaavutettavuuden kasvaessa kulkumatka palveluihin on lyhempi ja vaihtoehtoiset kulkumuodot ovat paremmin saavutettavissa, mikä vähentää auton omistamisen tarvetta.

Kertoimista ei voida päätellä selitettävän muuttujan käyttäytymistä edellä kuvatulla tavalla, mikäli mallissa esiintyy multikollineaarisuutta. Multikollineaarisuudella tarkoitetaan sitä, että mallissa olevat selittävät muuttujat korreloivat vahvasti keskenään. Multikollineaarisuus aiheuttaa mallissa ongelmia yleensä kerrointen tulkintaan, ei sen ennustustarkkuuteen. (Heikkilä 2005, s. 251) Mallissa väestön määrän ja omistusasuntojen välillä on melko selkeä korrelaatio (0,78), muiden muuttujien välillä korrelaatiot ovat alle 0,4.

Toimivassa lineaarisessa regressiossa tulisi täytyä myös ehto siitä, että virhetermit eli jäännökset ovat jakautuneet normaalisti (Heikkilä 2005). Virhetermien jakautumista on helpoin tutkia virhetermien hajontakaavion avulla. Toteutetun lineaarisen regression standardoitujen virhetermien hajontakaavio on kuvassa 39.



Kuva 39: Normalisoitujen jäännösten eli virhetermien hajontakaavio.

Hajontakaaviosta nähdään, että standardoidut virhetermit ovat jakautuneet tasaisesti eivätkä muodosta selkeää kuviota. Virhetermit ovat myös jakautuneet tasaisesti x-akselin molemmille puolille, eli malli ei systemaattisesti ennusta autojen lukumäärää liian suureksi tai pieneksi. Suurimman osan virhetermeistä tulisi sijoittua välille ± 2 . Mallissa suurin osa pisteistä sijoittuu tälle välille, sillä alle 50 virhetermiä on tämän alueen ulkopuolella. Havaintoja ja myöskin virhetermejä on kokonaisuudessaan yli 890, joten halutun alueen ulkopuolella on noin 5 % virhetermeistä. Mallin voidaan täten arvioida olevan luotettava myös virhetermien perusteella.

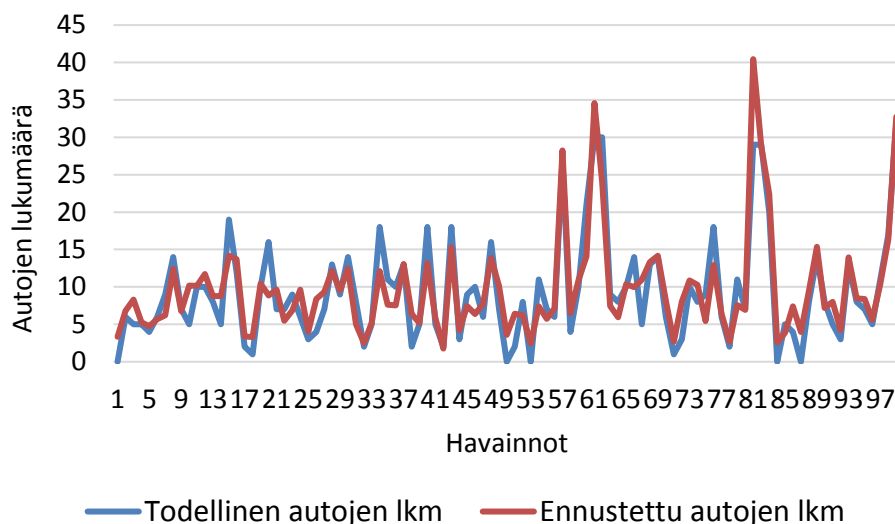
Mallin korkean selityssasteen (92,8 %) ja mallin luotettavuutta mittaavien testien perusteella malli pystyy ennustamaan ilmiötä melko hyvin ja luotettavasti, eli mallin selityskyky ei testien perusteella perustu sattumaan. Mallin ennustuskkyä voidaan myös mitata luomalla ennustemalli vain osasta havaintoaineistosta ja testaamalla tätä mallia havaintoaineiston otantaan, jota ei käytetty mallin testaamiseen. Näin nähdään, kuinka suuri ero on todellisten havaintojen ja mallin antamien tulosten välillä. Testaamista varten kaikista havainnoista (894 havaintoa) valittiin satunnaisesti 794 havaintoa, joista muodostettiin lineaarinen regressio vastaavasti kuin varsinaisessa ennustemallissa. Muodostetun lineaarisen regressioyhtälö on muotoa

autojen lukumäärä

$$\begin{aligned}
 &= (0,293 * \text{väestön lukumäärä}) \\
 &+ ((-0,029) * \text{kokonaissaavutettavuus}) \\
 &+ (0,075 * \text{asumisväljyys}) + (0,210 * \text{omistusasunnot})
 \end{aligned}$$

eli kertoimet ovat lähes samat kuin alkuperäisessä, kaikista havainnoista muodostetuissa yhtälössä. Alkuperäisellä kertoimella ja pienemmästä havaintoaineistosta muodostetuilla kertoimilla laskettujen autojen lukumäärän erotus on korkeintaan $\pm 0,1$, eli molemmilla malleilla saadaan samoilla lähtötiedoilla sama autojen lukumäärä. Näin ollen pienemmästä havaintoaineistosta muodostetun mallin tulokset ovat samat kuin alkuperäisen mallin.

Mallin testaaminen tapahtuu laskemalla saadulla mallilla autojen lukumäärä niihin havaintopisteisiin, joita ei käytetty mallin luomiseen ja vertailemalla näitä autojen todelliseen määrään. Kuvassa 40 on mallin ennustama autojen lukumäärä ja autojen todellinen lukumäärä havaintopisteille, joita ei ole käytetty mallin luomiseen.



Kuva 40: Regressioanalyysin ennustama autojen lukumäärä ja autojen todellinen lukumäärä.

Kuvaajasta nähdään, että malli ennustaa autojen lukumäärän pääsääntöisesti hyvin. Ennustettujen autojen lukumäärän ja todellisten autojen lukumäärän erotus on yli 70 prosentissa pisteistä pienempi kuin ± 3 , mitä voidaan pitää melko hyvänä ennustetarkkuutena. Kuvasta kuitenkin huomataan, että muutamassa tapauksessa malli ennustaa autojen lukumäärän huonosti. Näissä tapauksissa asukkaiden autojen lukumäärä ei ole samalla tapaa riippuvainen käytetyistä ennustemuuttujista kuin suurimassa osassa asunnoissa.

8.3 Ennustemallin testaus

Tarkimmin ja helpoiten ennustemallin antamia tuloksia on arvioida vertaamalla ennustemallin antamia tuloksia todelliseen autojen lukumäärään rakennuskohtaisesti. Tiedot ajoneuvojen lukumäärästä osoitekohtaisesti on saatu Trafín ajoneuvotietorekisteristä (luku 6.2). Rakennettujen autopaikkojen määrät on selvitetty taloyhtiöiden isännöitsijöiltä syys- ja lokakuussa 2017. Lisäksi Keravan kaupungin tarjoamien vuokra-asuntojen autopaikkojen määrät on selvitetty asunnoista vastaavan Kiinteistö Oy Nikkarinkruunun internetsivustolta, jossa näkyvät asuntojen autopaikkojen varaustilanne (Nikkarinkruunu 2017). Taulukossa 8 on esitetty eri kaupunginosissa sijaitsevien asuinrakennusten ennustetut autopaikat, todelliset autopaikat sekä ennusteen virhe. Ennusteen virhe on esitetty absoluuttisena virheenä sekä suhteellisenä virheenä eli prosenttiosuutena. Tarkasteluun

otetut kohteet ovat valittu satunnaisesti kaupunginosien sisältä. Yksityisyydensuojan säilyttämiseksi tarkkojen osoitteiden sijaan taulukossa on käytetty ainoastaan kaupunginosien nimiä.

Taulukko 8: Eräiden asuinrakennusten ennustettu autojen lukumäärä, autojen todellinen määrä sekä näiden erotus eli ennusteen virhe.

Kohde	Auk- kaiden luku- määrä	Koko- naissaa- vutetta- vuus	Asumis- väljyys (m ² /hlö)	Omistus- asuntojen luku- määrä	Ennuste- tut autot	Todelli- set autot	Ennus- teen virhe
Keskusta 1	35	76	33	0	11	10	1 10 %
Keskusta 2	49	74	29	17	18	17	1 6 %
Alike- rava	94	76	32	0	28	27	1 0,4 %
Ahjo 1	84	29	30	51	37	43	-6 14 %
Ahjo 2	68	28	30	0	21	17	4 24 %
Savio	83	37	36	45	35	40	-5 13 %
Virren- kulma	26	7	35	0	10	8	2 25 %
Kaleva 1	45	53	31	0	14	14	0 0 %
Kaleva 2	60	58	26	0	18	8	10 125 %

Suurimmassa osassa tarkasteltuja asuntoja ennustettu autojen määrä vastaa erittäin hyvin tai hyvin todellista autojen lukumäärää. Suurimmat virheet ennusteissa ovat Ahjolla ja Saviolla sijaitsevilla kohteilla sekä yhdessä Kalevan kohteessa. Ahjolla ja Saviolla autoja on ennustettu olevan liian vähän. Ahjon kohteessa on kyseisellä asuinalueella ollut pulaa autopaikoista, eli jostain syystä kyseisellä asuinalueella omistetaan keskimääräistä enemmän autoja. Toisessa tarkastellussa kohteessa Ahjolla malli ennustaa kuitenkin autoja liikaa, joten koko Ahjoa koskettavasta ilmiöstä ei voida puhua. Saviolla ei ole samanlaista puutetta pysäköintipaikoista ja monella taloyhtiöllä on Saviolla huomattavan paljon vapaita autopaikkoja, joten tarkastellun asuinrakennuksen kohdalla autojen poikkeava lukumäärä johtuu todennäköisesti asukkaiden ominaisuuksista eikä alueen poikkeavasta autojen omistusestään. Kalevan yhdessä kohteessa ajoneuvoja ennuste-

taan olevan huomattavasti liikaa. Kyseisessä kohteessa autonomistusaste on huomattavasti alempi kuin alueella yleisesti. Muissa tarkastelluissa kohteissa ennuste osuu hyvin kohdalleen, niin omistus- kuin vuokra-asunnoissakin.

Ennustemalli näyttää testien perusteella kuvaavan ilmiön, eli autojen lukumäärän, käyttäytymistä melko hyvin. Ennustemalli tuo kuitenkin konkreettista hyötyä vain, mikäli se toimii paremmin kuin tämänhetkinen pysäköintipaikkojen määrän mitoittamiseen käytettävä menetelmä. Tällä hetkellä pysäköintipaikat määritetään Keravan kaupungin omia laskentaohjeita käyttäen (laskentaohjeet esitelty luvussa 4.3). Isännöitsijöiltä ja Nikkarinkruunulta kerättiin yhteensä 28 asuinrakennuksen asukaspysäköintipaikkojen lukumäärä. Lähes jokaisessa kohteessa pysäköintipaikkoja oli rakennettu enemmän kuin ajoneuvorekisterin mukaan kyseisessä asuinrakennuksessa asuvat omistavat tai hallinnoivat ajoneuvoja. Taulukossa 9 on vertailtu ennusteen ja todellisten autojen lukumäärän erotusta sekä rakennettujen pysäköintipaikkojen ja todellisten autojen lukumäärän erotusta.

Taulukko 9: Autojen todellisen lukumäärän ja rakennettujen asukaspysäköintipaikkojen välinen erotus.

Kohde	Ennustetut autot	Todelliset autot	Ennusteen virhe	Rakennetut autopaikat	Rakennettujen autopaikkojen virhe
Keskusta 1	11	10	1 10 %	15	5 50 %
Keskusta 2	18	17	1 6 %	32	15 88 %
Alikerava	28	27	1 0,4 %	37	10 37 %
Ahjo 1	37	43	-6 14 %	37	-6 14 %
Ahjo 2	21	17	4 24 %	37	20 118 %
Savio	35	40	-5 13 %	46	6 15 %
Virrenkulma	10	8	2 25 %	20	12 150 %
Kaleva 1	14	14	0 0 %	16	2 14 %
Kaleva 2	18	8	10 125 %	29	21 260 %

Taulukosta nähdään, että yhdessä tarkastelluista kohteista rakennettujen autopaikkojen virhe on yhtä suuri kuin ennusteen virhe ja loppuissa kahdeksassa kohteessa rakennettujen autopaikkojen virhe on suurempi kuin ennusteen virhe. Tarkastelujen perusteella autopaikkoja on rakennettu liikaa suurimpaan osaan tarkastelluista asuinrakennuksista. Ahjon toisessa kohteessa on autopaikkoja rakennettu liian vähän, kuten aiemmin mainittiin. Data-analyysi vahvistaa käytännön kokemuksen perusteella syntynyttä ajatusta siitä, ettei laskentaohjeen avulla voida mitoittaa autopaikkojen määrää onnistuneesti. Vaikka ennustemalli ei pysty ennustamaan pysäköintipaikkojen määrää täydellisesti, on sen avulla saadut tulokset huomattavasti paremmat kuin nykyisen laskentaohjeen tulokset.

Autopaikkojen rakennetun määrän lisäksi isännöitsijöiltä tiedusteltiin myös autopaikkojen varaustilannetta. Vaikka Trafilta saatiin ajoneuvorekisterin tiedot, haluttiin myös tutkia sitä, varataanko asukaspysäköintipaikkoja vieraspaikoiksi tai satunnaiseen käyttöön, vaikka omaa autoa ei omisteta. Ajoneuvorekisterin tiedot ovat ajantasaiset ja mikäli ajoneuvolla on ollut eri haltija ja omistaja, on tietokannasta poimittu ajoneuvon todennäköisin käyttäjä. On siis mahdollista, että tiedoissa voi olla pientä epätarkkuutta, mutta mikäli asunnoissa omistettavien ajoneuvojen ja varattujen autopaikkojen määrä ei täsmää, on huomattavasti todennäköisempää että autopaikkoja on varattu vieras- tai satunnaiskäyttöön. Erityisesti autopaikkojen varaamista vieras- ja satunnaiskäyttöön lisää autopaikkojen halvat vuokrahinnat. Esimerkiksi useassa Nikkarinkruunun kohteessa autopaikan voi vuokrata 10 euron kuukausihintaan, jopa keskustan alueella. Halvimmillaan Nikkarinkruunulla on tarjolla lämpötolpaton autopaikka aivan keskustassa 5 euron kuukausihintaan. (Nikkarinkruunu 2017) Moni on valmis maksamaan 5 euron kuukausihinnan esimerkiksi siitä, että vieraat eivät joudu etsimään vapaata parkkipaikkaa. Myös etenkin nuoriso voi varata edullisen autopaikan sitä varten, että he satunnaisesti lainaavat esimerkiksi vanhempiensa autoa.

Ajoneuvorekisterissä on ainoastaan Suomeen rekisteröidyt ajoneuvot, joten esimerkiksi Virossa rekisteröityjä ajoneuvoja ei ole tarkastelussa mukana. Suomessa oleskelevan Viron asuvan ei tarvitse rekisteröidä ajoneuvoaan Suomeen, mikäli oleskelu Suomessa kestää alle 6 kuukautta tai henkilö ainoastaan opiskelee Suomessa (Euroopan Komissio 2018). Väestörekisterikeskuksen tietojen mukaan Keravalla asuu jonkin verran Viron kansalaisia. Täten on hyvin mahdollista, että Keravan todellinen autokanta on hieman suurempi kuin ajoneuvorekisterissä ilmoitettu autokanta. Esimerkiksi eräässä Kalevalla sijaitsevassa tarkastellussa kohteessa asuu useita Viron kansalaisia ja autopaikkoja on varattu huomattavasti enemmän kuin ajoneuvorekisterin mukaan autoja omistetaan kyseisessä kohteessa. On hyvin mahdollista, että autopaikat on varattu Viron rekisterissä oleville ajoneuvoille.

Mallin käytössä tulee huomioida myös se, että ajoneuvorekisterin tiedoista yksityisistä ajoneuvoista 1 400 ajoneuvoa ei pystytty paikantamaan puutteellisen osoitteen tai osoitteenluovutuskiellon takia. Jos oletetaan, että kaikki paikantamattomat ajoneuvot sijaitse-

vat todellisuudessa Keravalla ja ne ovat jakautuneet tasaisesti Keravan alueelle, niin autoja tulisi lisätä ennustettuun autojen lukumäärään 0,04 autoa henkilöä kohden tai 0,08 autoa taloutta kohden. Jos huomioidaan myös mahdolliset Viron rekisterissä olevat ajoneuvot, niin malli ennustaa autojen lukumäärän todennäköisemmin todellista pienemmäksi kuin suuremmaksi. Mallin antamat autopaikkojen määrät tulisi vähintään pyöristää ylöspäin ja varmuuskertoimen käyttöä tulisi harkita.

8.4 Suositus ennustemallin käytöstä ja ennustemallin rajoitteet

Ennustemallin luotettavuutta ja tarkkuutta arvioitiin usealla eri tapaa. Ensimmäkin arvioitiin lineaarisen regressioanalyysin antamia tunnuslukuja, joilla mitataan mallin tilastollista merkitsevyyttä ja mallin selityskykyä. Toiseksi, ennustemallin tuloksia verrattiin todellisiin havaintoihin, joita ei käytetty regressiomallin muodostukseen. Lopuksi ennustemallin antamia tuloksia verrattiin muutamissa asuinrakennuksissa ajoneuvorekisterin antamiin tietoihin autojen lukumäärästä sekä isännöitsijöiltä hankittuihin tietoihin rakennetuista ja varatuista autopaidoista. Näiden perusteella voidaan todeta, että muodostettu malli pystyy ennustamaan hyvin ilmiön keskimääräistä käyttäytymistä. Malli ei kuitenkaan pysty ennustamaan erikois- tai poikkeustapauksia, joissa autojen määrä ei vastaa keskimääräistä autojen lukumäärää vastaavissa kohteissa.

Ennustemallin avulla voidaan saada hyvin tärkeää tietoa siitä, kuinka monta asukaspysäköintipaikkaa hankkeeseen tulisi rakentaa. Mallia tulisi käyttää kuitenkin päätöksenteon tukena, eli päätöksiä ei tule tehdä pelkän mallin pohjalta, ainakaan mallin käytön alkuvaiheessa. Suositus on, että ainakin alkuvaiheessa käytettäisiin rinnakkain ennustemallia ja nykyisessä käytössä olevia laskentaohjeita ja näiden tuloksia verrattaisiin ja tehtäisiin hankekohtaista harkintaa. Mikäli mallin avulla saadaan hyviä tuloksia, voidaan laskentaohjeet jättää vähitellen pois käytöstä.

Kuten mainittiin, malli ei sovellu asumisen erityistapauksiin. Näitä ovat esimerkiksi palvelutalot ja tietyille ikäryhmälle suunnatut asunnot, kuten nuoriso- ja vanhustalot. Näissä hankkeissa asukaspysäköintipaikkojen tarve tulee arvioida aina hankekohtaisesti. Lisäksi malli ei huomioi pysäköinnin ja auton omistuksen erityistapauksia, joita ovat muun muassa yhteiskäyttöautojen ja vuorottaispysäköinnin tarjoaminen. Yhteiskäyttöautot sekä vuorottaispysäköinti vähentävät tarvittavien pysäköintipaikkojen lukumäärää, mutta tässä tutkimuksessa ei ole tutkittu tarkemmin sitä, kuinka paljon vähennystarve on. Ennustemallin laskemaan asukaspysäköintipaikkojen lukumäärään ei myöskään sisälly vieraspaikat, joten vieraspaikkojen lukumäärä on lisättävä ennusteen laskemaan pysäköintipaikkojen lukumäärään. Malli ei huomioi myöskään rakennuksessa mahdollisesti olevien toimitilojen tarvitsemia pysäköintipaikkoja, eli mikäli rakennuksessa on asuntojen lisäksi myös toimitiloja, tulee toimitilojen tarvitsema pysäköintipaikkojen tarve arvioida erikseen ja lisätä asuntojen pysäköintipaikkamäärään.

Ennustemallin luotettavuuden säilyttämiseksi ennustemallia voidaan joutua päivittämään. Päivittäminen koskee lähinnä ennustemalliin syötettävien lähtöarvojen päivittämistä, eli saavutettavuuden arvoja sekä väestöön ja asumiseen liittyviä tekijöitä. Saavutettavuusvyöhykkeiden arvot voivat muuttua merkitsevästi, mikäli tarkasteltuja palvelukohteita suljetaan tai avataan. Myös liikenneverkon merkittävät muutokset, eli esimerkiksi uusien väylien rakentaminen, vaikuttavat saavutettavuusvyöhykkeisiin. Keravan kaupungille on toimitettu ennustemallin käyttöopas, jossa on ohjeistettu ennustemallin päivittäminen yksityiskohtaisilla ohjeilla.

9. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

9.1 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella asukaspysäköintiin vaikuttavia tekijöitä ja tutkia, voidaanko näiden tekijöiden avulla ennustaa asukaspysäköinnin kysyntää hankekohdaisesti Keravalla. Nykyinen menetelmä, jossa asukaspysäköintipaikkojen määrä mitoiteetaan yksinkertaisella pysäköintipaikkojen laskentaohjeella, on koettu ongelmalliseksi, sillä asukaspysäköintipaikkoja on ollut osalla alueista liikaa ja toisaalla paikoista on ollut jopa pulaa. Keravan kaupungille haluttiin täten löytää ennustusmenetelmä, joka pystyisi luotettavasti ennustamaan asukaspysäköinnin kysyntää.

Toimimaton pysäköintijärjestelmä vaikeuttaa koko liikennejärjestelmän toimintaa. Pysäköintipaikkojen liiallinen rakentaminen vie arvokasta tilaa muilta toiminnoilta sekä nostaa rakentamisen ja asumisen kustannuksia. Pysäköintipaikkojen määrälle asetetut minimivaatimukset estävät tiiviin kaupunkirakenteen muodostumista. Toisaalta puute pysäköintipaikoista aiheuttaa virhepysäköintiä ja vähentää alueiden houkuttelevuutta, ellei pysäköintipaikkojen määrää kompensoida esimerkiksi hyvillä kävely-, pyöräily- ja joukko-liikenneyhteyksillä. Pysäköintipaikkojen liika rakentaminen voi johtaa jopa henkilöauto-liikenteen lisääntymiseen ja muiden kulkumuotojen heikkenemiseen. Tarve hillitä henkilöautoliikenteen kasvua ja tukea muiden kulkumuotojen käyttöä on tunnistettu laajalti. Henkilöautoliikenteen kasvun rajoittaminen on tärkeää erityisesti päästöjen, ilmastomuutoksen ja ruuhkien hillitsemiseksi sekä liikenneturvallisuuden parantamiseksi. Muiden kulkumuotojen lisäämisellä voidaan myös parantaa kaupunkien viihtyvyyttä, elinvoimaisuutta sekä vähentää alueellista hajautumista ja eriarvoistumista. Pysäköintijärjestelmän kehittäminen on täten oleellinen osa kaupunkien kehittämistä kestävämmäksi niin ekologisesti, sosiaalisesti kuin taloudellisestikin.

Liikenteessä ollaan myös siirtymässä ajattelutapaan ”käyttäjä maksaa”, joka koskee myös pysäköinnin maksullisuutta. Pysäköinnin kustannukset ovat erityisesti kaupunkiseudulla hyvin korkeat, ja on oikeudenmukaista, että käyttäjä maksaa pysäköinnistä. Ilmaista pysäköintiä ei ole olemassa, vaan mikäli pysäköinti tarjotaan maksutta, kohdistuvat maksut subventoivalle taholle. Esimerkiksi ilmaiseksi tai alle todellisten kustannusten tarjottavat asukaspysäköintipaikat ovat kaikkien asukkaiden subventoimia. Tällöin jokainen asukas maksaa pysäköinnistä huolimatta siitä, käyttääkö hän pysäköintipaikkoja vai ei.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys oli seuraava: ”Miten asukaspysäköinnin todellista tarvetta voidaan ennustaa rakennushankekohtaisesti Keravalla asukaspysäköinnin kehittämiseksi?”. Vastaus päätutkimuskysymykseen rakentui alatutkimuskysymysten kautta kirjallisuuskatsauksen, Keravalta kerätyn aineiston ja siitä tehtyjen analyysien ja ennuste-

mallin muodostamisen myötä. Tutkimuksessa selvitettiin aiempien tutkimusten ja ole-massa olevan teorian pohjalta, mitkä tekijät vaikuttavat asukaspysäköintipaikan tarpee-seen ja miten aihetta on tutkittu aiemmin. Teorian ja Keravalta saatujen havaintojen poh-jalta valittiin tekijöitä, jotka mahdollisesti vaikuttavat auton omistukseen ja asukas-pysäköintipaikkojen tarpeeseen. Näistä tekijöistä kerättiin dataa ja sitä analysoitiin, jotta saatiin selville, mitkä tekijät vaikuttavat Keravalla auton omistukseen ja mitä tekijöistä voitaisiin käyttää asukaspaikkojen tarpeen ennustamiseen. Lisäksi tutkittiin, millaisella mallilla asukaspaikkojen tarvetta voidaan ennustaa. Lopputuloksena oli ennustemalli, jonka toimintaa testattiin sekä verrattiin nykyiseen asukaspaikkojen määrän mitoitusme-netelmään.

Vastausta ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen ”Miten asukaspysäköintipaikkojen määrä mitoitetaan tällä hetkellä ja mitä ongelmia siitä aiheutuu?” käsiteltiin luvuissa 3 ja 4, joissa käsiteltiin pysäköinnin merkitystä liikennejärjestelmässä, asukaspysäköinnin ominaisuuksia sekä asukaspysäköinnin suunnittelua tutkimuksen kohdekaupungissa Ke-ravalla. Kuten aiemmin tässä luvussa mainittiin, epäonnistuneella pysäköintipolitiikalla on merkittävät vaikutukset liikennejärjestelmän toimivuuteen. Ylimääräiset asukas-pysäköintipaikat vievät tilaa muulta rakentamiselta, nostavat asumiskustannuksia ja voi-vat lisätä jopa autoistumista. Asukaspysäköintipaikkojen puute puolestaan lisää virhe-pysäköintiä ja asukaspysäköintiä vieras- ja asiointipaikoille sekä saattaa aiheuttaa aluei-den houkuttelevuuden vähentymistä. Asukaspysäköintipaikkojen määrän suunnittelussa käytetään Keravan kaupungilla nykyään yksinkertaista laskentaohjetta, jonka avulla mää-ritetään rakennettavien autopaikkojen määrä. Nykyinen menetelmä koetaan toimimatto-maksi, sillä rakennettujen autopaikkojen määrä ei useissa kohteissa vastaa todellista ky-syntää, eli autopaikkoja on joko liikaa tai liian vähän.

Toiseen alatutkimuskysymykseen ”Mitkä tekijät vaikuttavat asukaspysäköintipaikkojen tarpeeseen?” haettiin vastausta kirjallisuuskatsauksen kautta luvussa 5. Asukaspysäköin-nin tarve muodostuu asukkaasta, jolla on auto omistuksessa tai hallinnassa, minkä vuoksi asukaspysäköintipaikan tarvetta tarkastellaan auton omistuksen näkökulmasta. Tutki-muksen mukaan auton omistukseen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa seuraaviin:

- Väestölliset tekijät (esimerkiksi ikä, sukupuoli, tulotaso)
- Yhdyskuntarakenteeseen liittyvät tekijät (esimerkiksi asunnon sijainti suh-teessa palveluihin, asumismuoto)
- Yksilölliset tekijät (esimerkiksi asenteet ja arvot)
- Auton käyttökustannukset.

Autojen lukumäärän lisäksi asukaspysäköintipaikkojen tarpeeseen vaikuttaa myös pysä-köinnin tehokkuus. Asukaspysäköinnin tehokkuutta voidaan parantaa muun muassa vuo-rottaispysäköinnillä, nimeämättömillä pysäköintipaikoilla sekä keskitetyllä pysäköin-nillä. Tulevaisuudessa auton omistukseen saattavat vaikuttaa merkittävästi liikenteessä

tapahtuva muutos, joka mahdollistaa muun muassa liikenteen automaation ja uudenlaisien liikennepalveluiden syntymisen. Tulevaisuudessa esimerkiksi robottiautojen myötä auton hankinta voi tulla mahdolliseksi monelle, jolle se ei tällä hetkellä ole mahdollista. Toisaalta robottiautojen yleistymisen yhteiskäyttöautoina voi vähentää huomattavasti autojen lukumäärää. Myös palveluiden, työelämän ja sosiaalisen elämän digitalisoituminen voivat vaikuttaa liikkumistarpeeseen ja edelleen auton omistukseen.

Kolmanteen alatutkimuskysymykseen ”Millaisella mallilla asukaspysäköintipaikan tarvetta voidaan ennustaa rakennushankekohtaisesti?” vastattiin luvussa 7 ja 8, joissa analysoitiin kerättyä aineistoa ja pohdittiin, mitkä tekijät ovat yhteydessä auton omistukseen ja mitä tekijöistä voitaisiin käyttää asukaspysäköintipaikkojen tarpeen ennustamiseen. Lisäksi luvussa 7 käsiteltiin ennustusmenetelmiä ja ennustamiseen valittua lineaarista regressioanalyysiä tarkemmin. Aiemmat tutkimukset ja teoriat toimivat Keravalta kerättyjen havaintojen lisäksi tukena, kun valittiin erilaisia väestöön ja asumiseen liittyviä tekijöitä data-analyysiä varten.

Luvussa 8 esiteltiin myös analyysien pohjalta luotu ennustemenetelmä. Viimeiseen alatutkimuskysymykseen eli kysymykseen ”Voidaanko mallin avulla kehittää asukaspysäköintiä verrattuna nykyiseen asukaspysäköintipaikkojen määrän mitoittamiseen?” vastaus muodostui luvussa 8, jossa testattiin ennustemenetelmän toimivuutta, sille asetettujen vaatimusten täyttymistä ja sitä, tuoko ennustemenetelmän käyttö hyötyä Keravan kaupungille verrattaessa sitä nykyiseen asukaspysäköintipaikkojen laskentamenetelmään.

Tutkimuksessa luotu ennustemalli perustuu lineaarisen regressioanalyysiin. Ennustemalli pystyy ennustamaan hankkeen autopaikkojen tarvetta melko hyvällä tarkkuudella hankkeen asukkaiden lukumäärän, hankkeen saavutettavuuden, hankkeen asuntojen keskimääräisen asumisväljyyden ja omistusasuntojen lukumäärän perusteella. Tehtyjen vertailujen perusteella ennustemallin avulla voidaan arvioida asukaspysäköintipaikkojen kysyntää huomattavasti paremmin kuin nykyisillä laskentaohjeilla. Ennustemalli tuo täten konkreettista hyötyä asukaspysäköintipaikkojen kaavoittamiseen. Ennustemallille asetettuja toiveita olivat toimivuuden lisäksi helppokäyttöisyys ja mahdollisuus päivittää mallia helposti myös tulevaisuudessa. Ennustemallin toivottiin myös olevan helposti ymmärrettävissä, jolloin ennustemallin toimintaa olisi helppo esitellä myös päätöksenteossa asiaan perehtymättömille. Asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin. Ennustemallin tarkkuus on useilla mittareilla mitattuna hyvä. Ennustemalli on erittäin helppo käyttää, sillä malli on valmis Excel-pohja, johon syötetään valmiiseen taulukkoon ainoastaan hankkeen lähtöarvot, ja malli laskee tarvittavat pysäköintipaikat. Malli on myös helposti päivitettävissä ja Keravan kaupungille on toimitettu opas ennustemallin käytöstä sekä päivittämisestä. Lineaarinen regressiomenetelmä on yksi käytetyimmistä ennustemenetelmistä ja sen periaate on suhteellisen helposti ymmärrettävissä, mikä tekee ennustemallista myös helposti ymmärrettävän ja hyväksyttävän.

Ennustemalli ja tutkimuksen tulokset auton omistukseen vaikuttavista tekijöistä antavat hyvän lähtökohdan asukaspysäköinnin kehittämiseksi Keravan kaupungissa. Tutkimuksen perusteella asukaspysäköintipaikkoja on vaadittu rakennettavaksi useisiin kohteisiin liikaa. Ongelmaa ei voida kuitenkaan ratkaista ainoastaan pienentämällä autopaikkamääriä, sillä autopaikkojen tarpeeseen vaikuttavat useat muuttujat, joista jokainen on huomioitava suunniteltaessa pysäköintipaikkojen määriä. Erityisesti vieraspaikkojen määrän mitoittamiseen on kiinnitettävä tulevaisuudessa huomiota, mikäli asukaspaikkoja rakennetaan vähemmän, sillä tutkimuksen mukaan halpoja asukaspaikkoja vuokrataan myös vieraspaikoiksi. Asukaspysäköintiä voitaisiin Keravalla myös tehostaa hyödyntämällä vuorottaispysäköintiä ja nimeämättömiä pysäköintipaikkoja erityisesti Keravan keskustan alueella, jossa voitaisiin keskittää pysäköintiä keskitetyille pysäköintialueille. Myös yhteiskäyttöautojen hyödyntämistä voitaisiin selvittää lisää. Pysäköinnin tehostamista on helpompi perustella asukkaille, mikäli esimerkiksi säästyvä tila käytetään viihtyisän kaupunkiympäristön luomiseen ja muiden kulkumuotojen parantamiseen.

Ennustemalli on erittäin hyvä työkalu asukaspysäköinnin suunnittelun tueksi. On kuitenkin huomioitava, että ennuste on parhaimmillaankin vain ennuste ja tarkoitettu käytettäväksi päätöksenteon tueksi. Tämän takia ennustemallin tuloksia on syytä aina pohtia eikä hankekohtaisen harkinnan tärkeyttä tule unohtaa. Malli ei myöskään sovellu erityisasumisen pysäköintipaikkojen ennustamiseen.

9.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimusehdotukset

Tärkeimpiä tutkimuksen onnistumisen mittareita ovat tutkimuksen kyky vastata tutkimuskysymyksiin sekä tutkimuksen tavoitteiden täyttyminen (Heikkilä 2005, s. 29), mutta myös tutkimuksen luotettavuus on oleellinen osa tutkimuksen onnistumista. Tämä tutkimus koostui kahdesta osasta, kirjallisuuskatsauksesta ja data-analyysistä. Molempien osien tutkimusmenetelmät on kuvattu yksityiskohtaisesti, jotta tutkimus olisi toistettavissa. Kirjallisuuskatsauksessa on käytetty luotettavia tieteellisiä lähdeaineistoja. Data-analyysi puolestaan perustuu tilastollisesti luotettaviin menetelmiin ja tulosten tilastollista merkitsevyyttä on tutkittu useilla testeillä. Data-analyysissä on kuitenkin kerätty tietoa useasta eri tietokannasta ja käsitelty suuria datamassoja, minkä takia on mahdollista, että lähtöaineistoissa on saattanut olla virheitä tai datan käsittelyssä dataan on tullut virheitä. Kaikki lähtöaineisto on kuitenkin hankittu erittäin luotettavista lähteistä ja datan käsittelyssä datan oikeellisuus ja eheys on pyritty tarkistamaan.

Ennustemallin tarkkuutta olisi voinut parantaa muutamilla toimenpiteillä. Paikkatieto-ohjelmaan luotu ruudukko tehtiin pienemmäksi sekä eri koordinaattijärjestelmään kuin Tilastokeskuksen ruututietoaineiston pohjaruudukko. Tämä aiheutti pientä epätarkkuutta kerättyyn aineistoon. Lisäksi Trafín ajoneuvorekisterin tiedot paikantuivat osittain väärin sijainteihin osoitteissa, joissa samaan osoitteeseen kuului useampia rakennuksia. Kerättyä dataa voisi analysoida vielä tarkemmin ruutujen sijaan esimerkiksi asuntokohtaisesti, jolloin esimerkiksi iän ja asukkaiden pääasiallisen toiminnan vaikutusta auton omistukseen

voitaisiin selvittää tarkemmin. Mallin tarkkuutta olisi voinut myös parantaa lisäämällä tutkittujen tekijöiden määrää. Esimerkiksi saavutettavuusmalliin olisi voinut lisätä tietoa esimerkiksi työpaikkojen saavutettavuudesta. Valitettavasti käytettävissä olleiden resursien puitteissa data-analyysin laajentaminen ei ollut realistista. Keravan kaupunki voi tulevaisuudessa kuitenkin kehittää saavutettavuusmallia edelleen ja käyttää saavutettavuusmallia myös muussa kaupunkisuunnittelussa ja -kehityksessä. Saavutettavuusmallin avulla voidaan esimerkiksi arvioida eri asuinalueiden tarpeita uusille palveluille. Saavutettavuusmallin lisäksi tutkimuksen ansiosta Keravan kaupungilla on kattava paikkatietoineisto käytössä väestön ja asumisen ominaisuuksista.

Suomessa erilaisten tekijöiden vaikutusta asukaspysäköinnin tarpeeseen on tutkittu erittäin vähän, vaikka asukaspysäköinnillä on merkittävä vaikutus muun muassa asumisen kustannuksiin ja kaupunkirakenteen tiivyyteen. Vastaavia selvityksiä olisi tarvetta tehdä erityisesti suurissa kaupungeissa, jotta tarjottavien asukaspysäköintipaikkojen määrä vastaisi paremmin todellista tarvetta. Tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia ei voida juurikaan luotettavasti yleistää koskemaan muita kaupunkeja, sillä kaikki kerätty data ja sitä koskeva analysointi on tehty vain Keravan kaupunkia koskien. Keravan kaupunki on myös varsin omaleimainen ominaisuuksiltaan, sillä Kerava sijaitsee pääkaupunkiseudun läheisyydessä junaradan varressa sekä on väestömäärältään melko pieni, mutta omaa erittäin korkean väestötiheyden. Tuloksia on täten vaikea skaalata koskemaan muita kaupunkeja. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista myös tarkastella ennustemallin antamia tuloksia ja verrata niitä asukkaiden autonomistusasteeseen, jotta nähtäisiin miten malli käytännössä toimii. Mallia voidaan jatkossa kehittää myös saatujen tulosten perusteella vielä tarkemmaksi ja esimerkiksi erityisasumisen pysäköintitarpeelle voitaisiin myös kehittää ennustemalli.

Erityisesti sitä, miten liikenteen muuttuminen ja liikenteen uudet palvelut vaikuttavat auton omistukseen ja pysäköintitarpeeseen, tulisi tutkia lisää, sillä näillä asioilla voi olla hyvinkin iso merkitys pysäköintitarpeeseen tulevaisuudessa. Olisi esimerkiksi mielenkiintoista tietää, kuinka paljon taloyhtiössä käytössä oleva yhteiskäyttöauto vähentää asukaspysäköintipaikkojen tarvetta. Yhteiskäyttöautojen yleistyminen voi tapahtua nopeastikin lähivuosina, jolloin myös asukaspysäköintipaikkojen määrän onnistunut mitoitus voi riippua tehdyistä tutkimuksista ja havainnoista.

LÄHTEET

Aamulehti. (2016). Tässä Tampereen keskustan talossa ei ole yhtään autoparkkia: "Pyöräparkit olivat houkutin". Uutinen, julkaistu 25.4.2017. Saatavissa: <https://www.aamulehti.fi/kotimaa/tassa-tampereen-keskustan-talossa-ei-ole-yhtaan-autoparkkia-pyoraparkit-olivat-houkutin-23610854/> [Viitattu 30.5.2017].

van Acker, V. & Witlox, F. (2010). Car ownership as a mediating variable in car travel behaviour research using a structural equation modelling approach to identify its dual relationship. *Journal of Transport Geography*, Vol. 18(1), pp. 65-74.

Anowar, S., Eluru, N. & Miranda-Moreno, L.F. (2015). Analysis of vehicle ownership evolution in Montreal, Canada using pseudo panel analysis. *Transportation*, Vol. 43(3), pp. 531-548.

Aretun, Å. & Nordbakke, S. (2014). Developments in driver's license holding among young people – Potential explanations, implications and trends. VTI report 824A.

Bates, J. & Leibling, D. (2012). Spaced out – Perspectives on parking policy. RAC Foundation, Lontoo. 188 p.

Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L. & Walters, J. (2014). Effects on next-generation vehicles on travel demand and highway capacity. Fehr & Peers Transportation Consultants.

Brandt, E. & Lindeqvist, M. (2016). Auton omistus Helsinginseudulla – katsaus meneeseen kehitykseen ja pohdintoja tulevasta. HSL:n julkaisuja 19/2016. 90 s.

Cervero, R. (2002). Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.7(4), pp. 265-284.

Chen, D. & Kockelman, K. (2016). Carsharing's life-cycle impacts on energy use and greenhouse gas emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol 47, pp. 276-284.

City Car Club. Viralliset internetsivut. Saatavissa: <http://www.citycarclub.fi/> [Viitattu 30.5.2017].

Clark, S.D. (2009). Characterising and predicting car ownership using rough sets. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 17(4), pp. 381-393.

COST. (2005). Parking policies and the effects on economy and mobility. Report on COST action 342. 133 p.

Currie, G. & Delbosc, A. (2013). Causes of youth licensing decline: A synthesis of evidence. *Transport Reviews*, Vol. 33(3), pp. 271-290.

Dargay, J. M. (2001). The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry. *Transportation Research Part A*, Vol. 35, pp. 807-821.

Dargay, J. M. (2002). Determinants of car ownership in rural and urban areas: a pseudo-panel analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 38(5), pp. 351-366.

Engel-Yan, J. & Passmore, D. (2013). Carsharing and Car Ownership at the Building Scale: Examining the Potential for Flexible Parking Requirements. *Journal of the American Planning Association*, Vol. 79(1), pp. 82-91.

Enoch, M. P. & Ison, S. G. (2005). Levying charges on private parking: lessons from existing practice. *World Transport Policy & Practice*, Vol. 12(1), pp. 5-14.

Eriksson, P. & Koistinen, K. (2005). Monenlainen tapaustutkimus. *Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisu* 4/2005. 49 s.

Espoon kaupunki. (2017). Pysäköinnin periaatteet, asuntojen pysäköintipaikkojen laskentaohje ja pysäköinnin kehittämisohjelma. 70 s.

Euroopan Komissio. (2018). EU:n viralliset internetsivut. Osio ”Auton rekisteröinti ja verotus”. Saatavissa: https://europa.eu/youreurope/citizens/vehicles/registration/taxes/index_fi.htm [Viitattu 12.1.2018].

Foodie. (2017). Alepa Kauppakassi. Saatavissa: <https://www.foodie.fi/blog/page/alepa-toimitusajat> [Viitattu 17.8.2017].

Forward, S., Aretun, Å., Engström, I., Nolén, S. & Börjesson, J. (2010). Ungdomars inställning till att ta körkort 2002–2009. *VTI rapport* 694. 91 p.

The Guardian. (2017). Uber plans to buy 24,000 autonomous Volvo SUVs in race for driverless future. *Verkkouutinen*, julkaistu 20.11.2017. Saatavissa: <https://www.theguardian.com/technology/2017/nov/20/uber-volvo-suv-self-driving-future-business-ride-hailing-lyft-waymo> [Viitattu 23.11.2017].

Guers, K.T. & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, Vol. 12(2), pp. 127-140.

Guo, Z. (2013). Does residential parking supply affect household car ownership? The case of New York City. *Journal of transport geography*, Vol. 26, pp. 18–28.

Hand, D., Mannila, H. & Padhraic, S. (2001). Principles of data mining. MIT Press Books. 546 p.

Hartman, T. (2017). Keravan kaupunki. Sähköpostikeskustelu 29.11.2017.

Heikkilä, T. (2005). Tilastollinen tutkimus. Helsinki, Edita Prima Oy. 327 s.

Helsingin kaupunki. (2014). Helsingin pysäköintipolitiikka. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 83 s.

Helsingin kaupunki. (2017). Asukaspysäköinti ja yrityspysäköinti. Helsingin kaupungin viralliset internetsivut. Saatavissa: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/pysakointi/asukas-ja-yrityspysakointi/> [Viitattu 23.5.2017].

Helsingin kaupunkisuunnittelulautakunta. (2015). Asuintonttien pysäköintipaikkamäärien laskentaohjeet. Kaupunkisuunnittelulautakunnan päätös 31/15.12.2015, liite 1.

Helsingin sanomat. (2016). Tällaisen uuden auton saat alle 20 000 eurolla – listasimme kaikki kauppohen halvimmat autot. Uutinen, julkaistu 11.11.2016. Saatavissa: <http://www.hs.fi/autot/art-2000002929738.html> [Viitattu 2.6.2017].

Helsingin uutiset. (2013). Illuusio autottomuudesta mureni. Verkko uutinen, saatavissa: <https://www.helsingin uutiset.fi/artikkeli/139914-illuusio-autottomuudesta-mureni> [Viitattu 23.5.2017].

HSL. (2010). Helsingin seudun laaja liikennetutkimus 2007–2008. Tilastoaineisto.

HSL. (2012). HLJ 2011 – Saavutettavuustarkastelut, SAVU. HSL:n julkaisuja 18/2012. 58 s.

HSL. (2013). HLJ 2015 Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012. HSL:n julkaisuja 27/2013. 126 s.

HSL. (2015). Tulevaisuuskuva kysyntäohjautuvan autonomisen tieliikenteen tilauspalvelusta. HSL:n julkaisuja 4/2015. 71 s.

HSL. (2017a). Liityntäpysäköinti. HSL:n viralliset internetsivut. Saatavissa: <https://www.hsl.fi/liitynt%C3%A4pys%C3%A4k%C3%B6inti> [Viitattu 17.5.2017].

HSL. (2017b). Uudet pysäköintiratkaisut osana älykästä liikennejärjestelmää. HSL:n julkaisuja 7/2017. 63 s.

HSL. (2017c). HSL:n reittiopas. Pysäkkiaikataulut, Kerava. Saatavissa: <https://aikataulut.reittiopas.fi/pysakit/fi/9040502.html> [Viitattu 4.7.2017].

HSL. (2017d). Kaupunkipyörät jo olennainen osa joukkoliikennettä. Uutinen, julkaistu 23.10.2017. Saatavissa: <https://www.hsl.fi/uutiset/2017/kaupunkipyorat-jo-olennainen-osa-joukkoliikennetta-11261> [Viitattu 14.11.2017].

Hyperloop One. (2016). Hyperloop One –projektin viralliset internetsivut. Saatavissa: <https://hyperloop-one.com> [Viitattu 14.11.2017].

Häkkänen, H., Britschgi, V., Sirkiä, A. & Kanner, H. (2003). Nuorten aikomus hankkia ajokortti. VTT Tiedotteita – 2075. 74 s.

Innamaa, S., Kanner, H., Rämä, P. & Virtanen, A. (2015). Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä. Trafin tutkimuksia 01/2015. 78 s.

Ison, S. & Mulley, C. (2004). Parking issues and policies. *Transport and Sustainability*, Vol. 5, pp. 1-9.

Kaikkonen, H. (2012). Autopaikoitus- ja pysäköintiratkaisut kunnissa. Suomen Kuntaliitto. 57 s.

Kakkuri-Knuuttila, M-L. & Heinlahti, K. (2006). Mitä on tutkimus? Argumentaatio ja tieteenfilosofia. 230 s.

Kalenoja, H. (2002). Asuinalueiden pysäköintipaikkatarpeen kartoitus Tampereella. Tampereen teknillinen korkeakoulu, liikenne- ja kuljetustekniikka, tutkimuksia 44. 34 s.

Kalenoja, H. & Häyrynen, J-P. (2003). Keskustan pysäköinti osana liikennejärjestelmää – Tampereen keskustan pysäköintitutkimus. Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos. Tutkimusraportti 51. 108 s.

Kalenoja, H. & Tiikkaja, H. (2010). Henkilöauton ajokortin haltijaryhmät – Ennuste ajokortin haltijoista vuosille 2010–2040. Trafin julkaisuja 3/2010. 66 s.

Karhula, K., Tiikkaja, H., Palonen, T. & Kalenoja, H. (2013). Keskustan pysäköinti osana liikennejärjestelmää – Pysäköintiolosuhteiden kehitys Tampereen keskustassa. Tampereen teknillinen yliopisto, liikenteen tutkimuskeskus Verne, tutkimusraportti 86.

Keravan kaupunki. (2010). Keravan kaupungin rakennusjärjestys. Keravan kaupungin säädöskokoelma. 24 s.

Keravan kaupunki & Sito. (2014). Keravan liikennejärjestelmäsuunnitelma 2035. 61 s.

Keravan kaupunki. (2015). Keravan kaupungin strategia 2020. Keravan kaupungin viralliset internetsivut. Saatavissa: <http://www.kerava.fi/kerava-info/yleistietoa/kaupunkistrategia> [Viitattu 21.4.2017].

Keravan kaupunki. (2016a). Keravan yleiskaava 2035 (YK6), Yleiskaavaehdotus. 91 s.

Keravan kaupunki. (2016b). Keravan yleiskaavaehdotuksen kaavamerkinnot ja -määräykset. Keravan yleiskaava 2035 (YK 6). 21 s.

Keravan kaupunki. (2017a). Keravan karttapalvelu. Keravan kaupungin paikkatietopalvelut.

Keravan kaupunki. (2017b). Kaavoituskatsaus 2017. Maankäyttöpalvelut. Julkinen tiedote. 19 s.

Keravan kaupunki. (2017c). Yleiskaavoitus. Keravan kaupungin viralliset internetsivut. Saatavissa: <http://www.kerava.fi/palvelut/asuinymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-rakentaminen/kaavoitus/yleiskaavoitus> [Viitattu 17.5.2017].

Keskisaari, V. & Jäntti, M. (2010). Selvitys mekaanisista pysäköintilaitoksista. Ramboll Finland Oy. Oulun keskustan liikenteen esiselvitys. 17 s.

Keskisuomalainen. (2017). Keskustan pysäköinti ei houkuttele asiakkaita. Uutinen, julkaistu 25.03.2017.

Kojamo. (2013). VVO rakennuttaa asuntoja ikääntyville Keravan keskustaan. Verkkouutinen, julkaistu 25.4.2013. Saatavissa: <https://kojamo.fi/uutinen/muut-uutiset/2013/04/vvo-rakennuttaa-asuntoja-ikaantyyville-keravan-keskustaan/> [Viitattu 23.11.2017].

KUUMA-seutu. (2017). KUUMA-seudun viralliset internetsivut. Saatavilla: <http://www.kuuma.fi/> [Viitattu 21.7.2017].

Kyttä, M. & Kahila, M. (2006). PehmoGIS – Elinympäristön koetun laadun kartoittajana. Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja, Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosasto. 175 s.

Lampinen, S. & Saarlo, A. (2008). Nuorten ympäristöasenteet ja autoilu. Kyselytutkimus. Ajourneuvohallintokeskus, Tutkimuksia ja selvityksiä, Nro 4/2008. 45 s.

Lankinen, M. (2002). Asuminen, tulot ja varallisuus. Helsingin kaupungin tietokeskus, tutkimuksia 2008/5. 59 s.

Lentoparkki. (2017).Lentoparkin viralliset internetsivut. Saatavissa: <http://www.lentoparkki.fi/> [Viitattu 18.5.2017].

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2002). Henkilöliikenteen nykytila ja tulevaisuuden haasteet. Liikenne- ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B27/2002. 100 s.

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2007a). Liikenne 2030, Suuret haasteet, uudet linjat. Liikenne- ja viestintäministeriön ohjelmia ja strategioita 1/2007. 41 s.

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2007b). Pysäköintipolitiikka ja pysäköinnin hinta Helsingissä, Turussa ja Tampereella. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 47/2007, korjattu versio. 60 s.

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2008). Liikennepolitiikan linjat ja liikenneverkon kehittämis- ja rahoitusohjelma vuoteen 2020. Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 17/2008. 74 s.

Liikennevirasto. (2015). MaaS services and business opportunities. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 56/2015. 24 s.

Liljamo, T. (2017). Robottiautojen vaikutukset liikkumistottumuksiin. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 101 s.

Litman, T. (2006). Parking management best practices. American planning association. 292 p.

Litman, T. (2016). Parking requirement impacts on housing affordability. Victoria Transport Policy Institute. 38 p.

Litman, T. (2017). Land use impacts on transport – How land use factors affect travel behaviour. Victoria Transport Policy Institute. 88 p.

Lumo. (2016). Lumo ja 24Rent tuovat yhteiskäyttöautot Vantaalle. Saatavissa: <https://lumo.fi/6927.aspx> [Viitattu 30.5.2017].

Löytty, M. (2014). 18–20-vuotiaat nuoret henkilöauton kuljettajana. Trafin julkaisuja 3/2014. 51 s.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. (1999). Saatavissa sähköisesti: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maanmittauslaitos. (2016). Pinta-alat kunnittain 1.1.2017. Tilastot, vuositilastot. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/tietoa-maanmittauslaitoksesta/organisaatio/tilastot> [Viitattu 21.4.2017].

Maanmittauslaitos. (2017). Tilaston pohjakartat. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/kartat/tilaston-pohjakartat> [Viitattu 20.7.2017].

Manville, M. (2017). Bundled parking and vehicle ownership: Evidence from the American housing survey. The Journal of Transport and Land Use, Vol. 10, pp. 27-55.

McCahill. (2016). Factors affecting residential parking occupancy in Madison, Wisconsin. Transportation Research Board 96th Annual Meeting, Washington D. C. 17 p.

- Melkas, P. & Ylitalo, M. (2008). Matka lähikauppaan kertoo kotitalouden ekotehokkuuden. Hyvinvointikatsaus 4/2008, Tilastokeskus.
- Mellin, I. (2006). Tilastolliset menetelmät: Regressioanalyysi. Teknillinen korkeakoulu. 433 s.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2012). Introduction to linear regression analysis. 5th edition. 645 p.
- Murole, P. (1962). Liikenne ja pysäköinti. Julkaistu teoksessa Liikennetekniikka II – pysäköintikysymykset. Täydennyskoulutus, julkaisu no 42. Suomen teknillinen seura.
- Nielsen. (2017). Päivittäistavarakaupan myymälärekisteri 2016.
- Nikkarinkruunu. (2017). Kiinteistö Oy Nikkarinkruunun viralliset internetsivut. Saatavissa: <http://www.nikkarinkruunu.fi/kiinteist%C3%B6t> [Viitattu 18.12.2017].
- Oasmaa, K., Kaijansinkko, M., Lehtiö, P., Mylläri, J., Puumalainen, N., Ruuska, P. & Vastamäki, V. (2009). Autopaikkojen toteuttamiskustannukset ja niiden kohdistaminen nykyistä suuremmassa määrin autopaikkojen käyttäjille. Helsingin kaupungin autopaikkatyöryhmän raportti. 25 s.
- OECD. (1980). Evaluation of urban parking systems. 97 p.
- OECD. (2015). Urban mobility system upgrade – How shared self-driving cars could change city traffic. International transport forum. 34 p.
- Oslo Kommune. (2017). Bilfritt byliv. Saatavissa: <https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/slik-bygger-vi-oslo/bilfritt-byliv/> [Viitattu 25.8.2017].
- Palomäki, H. (2011). Asukkaiden pysäköintipaikkamäärien optimointi Helsingin esikaupunkialueella. Diplomityö, Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. 103 s.
- Potoglou, D. & Kanaroglou, P.S. (2008). Modelling car ownership in urban areas: a case study of Hamilton, Canada. Journal of Transport Geography, Vol. 16(1), pp. 42-54.
- Pöllänen, M., Ahlroth, J., Aalto, E. & Liimatainen, H. (2013). Liikenteen turvallisuuden ja ympäristövaikutusten synergiat ja vastakkainasettelut. Liikenteen tutkimuskeskus Verne, Tampereen teknillinen yliopisto, Trafin julkaisuja 4/2013. 141 s.
- Pöllänen, M., Mäkelä, T., Nykänen, L., Liimatainen, H. & Mäntynen, J. (2015). Liikenteen markkinat Suomessa. Trafin tutkimuksia 16/2015. 114 s.

Rakennuslehti. (2018). Vantaan Kirjastopuisto ja Tikkurilantori palkittiin Vuoden Ympäristörakenteena. Verkkouutinen, julkaistu 15.2.2018. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2018/02/vantaan-kirjastopuisto-ja-tikkurilantori-palkittiin-vuoden-ymparistorakenteena/> [Viitattu 20.2.2018]

Rakli (Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto). (2015). Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista. 44 s.

Rehunen, A., Helminen, V., Kosonen, P., Viinikka, A., Ahonen, O. & Käyhkö, H. (2014). Keskusta-alueet ja vähittäiskauppa kaupunkiseuduilla. Ympäristöministeriön raportteja 8/2014. 141 s.

Reihe, H. & Kallio, R. (2004). Pysäköinti, pihakadut ja hidaskadut. Ympäristöministeriön julkaisuja. Tammer-Paino Oy, Tampere. 71 s.

RIL (Suomen rakennusinsinöörien liitto). (1988). RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 558 s.

Rogers, J., Emerine, D., Haas, P., Jackson, D., Kauffmann, P., Rybeck, R. & Westrom, R. (2016). Estimating Parking Utilization in Multifamily Residential Buildings in Washington, D.C. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol.(2568), pp. 72-82.

Rowe, D., McCourt, R.S., Morse, S. & Haas, P. (2013). Do Land Use, Transit, and Walk Access Affect Residential Parking Demand? Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, Vol. 83(2), pp. 24-28.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere, Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. [Viitattu 23.11.2017]

Sager, T. & Bergmann, S. (2008). The Ethics of Mobilities - Rethinking Place, Exclusion, Freedom and Environment. 275 p.

Santos, G., Behrendt, H. & Teytelboym, A. (2010). Part II: Policy instruments for sustainable road transport. Research in Transportation Economics, Volume 28(1), pp. 46-91.

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2009). Research Methods for Business Students. 5th edition, Pearson Education Limited, Harlow. 614 p.

Seya, H., Nakamichi, K. & Yamagata, Y. (2016). The residential parking rent price elasticity of car ownership in Japan. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 85, pp. 123-134.

Shinkle, D. & Teigen, A. (2008). Encouraging bicycling and walking – the state legislative role. National Conference of State Legislatures. 76 p.

Shoup, D. C. (1999). The trouble with minimum parking requirements. *Transportation Research Part A*, Vol. 33, pp. 549-574

Shoup, D. C. (2005). The high cost of free parking. American planning association, Planners Press.

Somerpalo, S. (2006). Saavutettavuuden mittarit. Alueiden saavutettavuus liikenneyhteyksien tason ja aluekehityksen edellytysten mittarina. Tutkimusraportti, yhteistyössä Linea Konsultit Oy:n kanssa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2006. 92 s.

Suomen ympäristökeskus. (2013). Kaupunkiseutujen vihreän infrastruktuurin käsitteitä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2013. 50 s.

Talouselämä. (2016). B-ajokortin keskihinta Suomessa jo 2 000 € - Nyt alkaa alentaminen, tässä konstit. Uutinen, julkaistu 13.7.2016. Saatavissa: <http://www.talouselama.fi/uutiset/b-ajokortin-keskihinta-suomessa-jo-2-000-nyt-alkaa-alentaminen-tassa-konstit-6566366> [Viitattu 1.6.2017].

Tamperelainen. (2013). Tampereen keskusta tyhjenee. Uutinen, julkaistu 6.9.2013, päivitetty 7.9.2013. Saatavissa: <http://www.tamperelainen.fi/artikkeli/253760-tampereen-keskusta-tyhjenee> [Viitattu 24.5.2017].

Taskinen, J. (2005). Infrastruktuurin tarjonnasta kysynnän hallintaan - Foucault'lainen tulkinta liikennepolitiikan kehityksestä. *Yhdyskuntasuunnittelu*, Vol. 43, ss. 8-23.

Tieliikennelaki 267/1981. Liikenne- ja viestintäministeriö. Voimaantulo 01.04.1982. Saatavissa sähköisesti: <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1981/19810267>

Tilastokeskus. (2002). Väestön määrä ja rakenne. Tietoaika julkaisu. Saatavissa: http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta_02_02_nieminen.html [Viitattu 2.6.2017].

Tilastokeskus. (2017a). Kuntien avainluvut –tietokanta. Saatavissa: <http://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2017&active1=245> [Viitattu 21.4.2017].

Tilastokeskus. (2017b). Palkansaaajien mediaaniansio suurin informaation ja viestinnän toimialalla. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/pr/2015/pr_2015_2017-04-06_tie_001_fi.html [Viitattu 2.6.2017].

Tilastokeskus. (2017c). Tuotteet ja palvelut, Ruututietokanta. Saatavissa: <http://www.stat.fi/tup/ruututietokanta/index.html> [Viitattu 15.9.2017].

Tilastokeskus. (2017d). Kokoajaisten palkansaaajien lukumäärät ja kokonaisansiot kuukaudessa koulutusasteen, iän ja työnantajasektorin mukaan vuonna 2016. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat. Päivitetty 21.9.2017. Saatavissa:

http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__pal__pra__2016/?tablelist=true [Viitattu 3.10.2017].

Trafi. (2017). Poiminta ajoneuvorekisteristä, tilanne 1.5.2017. Toimitettu Keravan kaupungille 9.6.2017.

Transport for London. (2012). Road task force – Technical note 12. How many cars are there in London and who owns them? 15p.

Tulikoura, S. & Jäppinen, S. (2012). Arjen saavutettavuus pääkaupunkiseudulla – makrotaso. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2012:6. Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto. 40 s.

Uudenmaan liitto. (2017). Uudenmaan maakuntakaavassa yhdyskuntarakenteen kivi-jalka. Uudenmaan liiton viralliset internetsivut. Saatavissa: https://www.uudenmaan-liitto.fi/aluesuunnittelu/hyvaksytyt_maakuntakaavat/uudenmaan_kokonaiskaava [Viitattu 17.5.2017].

Vaismaa, K. (2014). Aloittelijasta mestariksi – Pyöräilyn kasvuun vaikuttavat toimenpiteet eurooppalaisissa kaupungeissa. Tampereen teknillinen yliopisto, Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos, julkaisu 1205. 326 s.

Vehkalahti, K. (2003). Data-analyysi II. Helsingin yliopisto, Matematiikan ja tilastotieteen laitos. 32 s.

Voltti, V. (2010). Autojen yhteiskäytön potentiaali ja vaikutukset pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 45/2010. 52 s.

VR. (2017). Aikatauluhaku. Saatavissa: <https://www.vr.fi> [Viitattu 21.4.2017].

Waymo. (2017). Viralliset internetsivut. Saatavilla: <https://waymo.com/ontheroad/> [Viitattu 28.7.2017].

Wegener, M. (2004). Overview of Land Use Transport Models. Handbook of Transport Geography and Spatial Systems, pp. 127-146.

Whelan, G. (2007). Modelling car ownership in Great Britain. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 41(3), pp. 205-219.

Whim. (2017). Viralliset internetsivut. Saatavissa: <http://whimapp.com/fi-fi/> [Viitattu 1.8.2017].

Willson, R. W. (2015). Parking management for smart growth. Island Press. 256 p.

Willson, R. W. & Shoup, D. C. (2014). Parking reform made easy. Island press. 272 p.

Yle Uutiset. (2012). Maksullinen pysäköinti kiukuttaa Seinäjoella. Uutinen, julkaistu 8.11.2012. Saatavissa: <http://yle.fi/uutiset/3-6368347> [Viitattu 24.5.2017]

Ympäristöministeriö. (2000). Asemakaavamerkinnot ja – määräykset. MRL-opas 12.

Ympäristöministeriö. (2009). Tulevaisuuden alueidenkäytöstä päätetään nyt – Tarkistettut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet. Ympäristöministeriön julkaisuja. 19 s.

Ympäristöministeriö. (2016). Maankäytön suunnittelun ohjaus – tavoitteena hyvinvoiva elinympäristö. Ympäristöministeriön viralliset internetsivut. Maankäyttö ja rakentaminen. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Maankayton_suunnittelun_ohjaus/Maankayton_liikenteen_ja_asumisen_aiesopimukset [Viitattu 17.5.2017].